Maria Gardenia Sousa Batista
(organizadora)

SEI:

Estudo Investigativo sobre Macroalgas Marinhas e Eutrofização

Maria Gardenia Sousa Batista
(organizadora)

SEI:

Estudo Investigativo sobre Macroalgas Marinhas e Eutrofização

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

SEI: Estudo investigativo sobre macroalgas marinhas e eutrofização

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Soellen de Britto
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Maria Gardenia Sousa Batista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E82 SEI: Estudo investigativo sobre macroalgas marinhas e eutrofização / Organizadora Maria Gardenia Sousa Batista. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0810-9
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.109232001

1. Macroalgas Marinhas. 2. Eutrofização. 3. Ensino Investigativo. I. Batista, Maria Gardenia Sousa (Organizadora). II. Título.

CDD 621.2

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

EUTROFIZAÇÃO: E O VERDE DESSA ÁGUA DE ONDE VEM?

Data de aceite: 04/11/2022

Antônio Celso da Silva Alves
Mestrando em Ensino de Biologia - Profbio - UFMG - Polo UESPI
Licenciatura Plena em Ciências Biológicas - UFPI
Professor Efetivo da Rede Municipal de Ensino - Timon/MA
CV Lattes: http://lattes.cnpq.br/8344700381065434

Maria Gardênia Sousa Batista
Bióloga - Profa. Dra. Universidade Estadual do Piauí - UESPI
Teresina – Piauí, Brasil
CV Lattes: http://lattes.cnpq.br/118410980618896
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8281-1277

Rafael Diego Barbosa Soares
Biólogo, Prof. Dr. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, IFAM - Campus Parintins.
CV Lattes: http://lattes.cnpq.br/4490186955501605
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6623-2977

RESUMO: Sequência de Ensino Investigativa (SEI), implementada com os estudantes, visando a melhoria do processo de Alfabetização Científica (AC) deles sobre o conteúdo eutrofização. Para alcançar este objetivo, o estudo foi desenvolvido tendo como base o modelo de pesquisa participante e a abordagem qualitativa e, buscou despertar nos estudantes a observação e uma compreensão mais ampla sobre diferentes aspectos que envolvem o processo de eutrofização de corpos d'água superficiais. A pesquisa nos apresenta os olhares de 12 estudantes da 3ª série do Ensino Médio regular, noturno de uma escola localizada na zona rural do município de Timon – MA sobre o referido processo, dos quais, 8 (67%) são do sexo masculino e 4 (33%), do sexo feminino, com idades variando entre 17 e 51 anos à época da coleta dos dados. A coleta dos dados deu-se por meio da anotação das hipóteses elaboradas, pelos próprios estudantes, em uma folha de papel A4, para as duas questões problemas da SEI e da gravação, em áudio, por repetição do professor, das falas dos estudantes bem como a dele próprio, que se passaram durante as etapas da implementação da SEI. Para a gravação das falas foi usado um aparelho de *Smartphone*. Também foi feita a análise de desenhos, acompanhado da sua descrição, feitos pelos estudantes em duplas. A análise das interações discursivas ocorridas durante a implementação da SEI evidenciou que ela foi importante para os estudantes atingirem diferentes Indicadores da Alfabetização Científica (IAC), como exemplos: Organização de Informações; Classificação de Informações; Raciocínio Lógico; Raciocínio Proporcional; Levantamento de Hipótese; Teste de Hipótese; Justificar; Previsão; Explicação; Argumentar; Articular Ideias; Investigar e Problematizar. A partir dos resultados encontrados, pode-se afirmar ainda, que a SEI implementada na referida turma,

mostrou-se um importante instrumento metodológico, capaz de contribuir com o processo de Alfabetização Científica dos estudantes sobre a eutrofização.
PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem, Abordagem investigativa, Ensino de Biologia, Estratégias didáticas, Poluição hídrica.

EUTROPHICATION: AND WHERE DOES THE GREEN OF THIS WATER COME FROM?

ABSTRACT: Investigative Teaching Sequence (SEI), implemented with students, aiming to improve their Scientific Literacy (AC) process on eutrophication content. To achieve this objective, the study was developed based on the participatory research model and the qualitative approach, and sought to awaken in students observation and a broader understanding of different aspects that involve the process of eutrophication of surface water bodies. The research presents us with the views of 12 students from the 3rd grade of regular high school, at night, from a school located in the rural area of the municipality of Timon - MA on the aforementioned process, of which 8 (67%) are male and 4 are male. (33%), female, aged between 17 and 51 years old at the time of data collection. Data collection took place through the annotation of the hypotheses elaborated by the students themselves, on an A4 sheet of paper, for the two questions of SEI problems and the recording, in audio, by repetition of the teacher, of the students' speeches. as his own, which took place during the stages of SEI implementation. A smartphone device was used to record the speeches. Drawings were also analyzed, accompanied by their description, made by students in pairs. The analysis of the discursive interactions that occurred during the implementation of the SEI showed that it was important for students to achieve different Scientific Literacy Indicators (SCI), such as: Information Organization; Information Classification; Logical reasoning; Proportional Reasoning; Hypothesis Survey; Hypothesis Test; Justify; Prediction; Explanation; To argue; Articulate Ideas; Investigate and problematize. From the results found, it can be said that the SEI implemented in that class proved to be an important methodological instrument, capable of contributing to the process of Scientific Literacy of students on eutrophication.
KEYWORDS: Learning, Investigative Approach, Biology Teaching, Didactic Strategies, Water Pollution.

INTRODUÇÃO

A Sequência de Ensino Investigativo – SEI, aqui apresentada foi pensada e desenvolvida para abordar o conteúdo "Eutrofização", trabalhado no currículo do Ensino Médio (EM) dentro da área de Ecologia. Mediante análise exploratória e analítica, feita pelo pesquisador, em nove das dez coleções de livros didáticos de Biologia (Anexo A), disponibilizadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) no ano de 2018, para a análise e escolha dos professores da disciplina, verificou-se que a abordagem do

referido conteúdo, na maioria dessas coleções de livros, ocorreu de forma simplificada e descontextualizada, geralmente focando apenas nas principais causas e em algumas consequências ecológicas diretas, como: aumento exagerado de algas e cianobactérias, mortandade de espécies da flora e da fauna aquática, decorrente da depleção do O_2 dissolvido, consumido em grande quantidade pelas bactérias aeróbias, durante a decomposição da matéria orgânica.

Em nenhuma das coleções analisadas, verificou-se a abordagem, por exemplo, das possíveis consequências econômicas, sociais e até políticas que podem estar atreladas ao processo de eutrofização. Portanto, uma abordagem que notadamente trata apenas do aspecto ecológico que envolve a eutrofização, mesmo este sendo um dos assuntos presentes nas mesas de discussões onde estão sendo discutidos as principais problemáticas ambientais da atualidade.

Frente a isso, acredita-se que seja muito importante discutir, em sala de aula com os estudantes, os diferentes aspectos que envolvem o processo de eutrofização, especialmente de corpo se água dulcícola, para que eles possam desenvolver uma visão crítica sobre essa problemática bem como despertar para o problema do agravamento da falta de água potável para o consumo humanos num futuro próximo, o que pode desencadear graves problemas para a existências de vida na Terra, inclusive a nossa.

O processo de planejamento, elaboração e aplicação da referida SEI envolveu: *(i)* seleção dos recursos didáticos que poderiam ser utilizados pelos estudantes e pelo professor em cada uma das etapas da sua aplicação; *(ii)* elaboração da SEI pelos professores e; *(iii)* aplicação da SEI com os estudantes da 3ª série do Ensino Médio.

Para a produção da SEI foram utilizados diferentes recursos didáticos, todos relacionados aos diferentes aspectos que envolvem o processo de eutrofização. Dentre os recursos temos: realização de experimento, uso de vídeos, textos impressos, figuras e infográficos em apresentações em *PowerPoint*.

É preciso ressaltar aqui, que durante a aplicação de uma SEI, os especialistas no tema recomendam que seja dada aos estudantes total autonomia para que busquem os materiais, os recursos e as estratégias necessários à resolução do(s) problema(as) a eles proposto(s). Porém, considerando o cenário da escola onde esta pesquisa foi desenvolvida, na qual não existem laboratórios de Biologia nem de informática, nem rede de acesso à internet disponível para os estudantes, além de ser ensino noturno, com as suas muitas particularidades e limitações, coube ao professor buscar, selecionar e disponibilizar os recursos materiais que foram utilizados, pelos estudantes, para a coleta dos dados necessários à resolução das questões problemas propostos nesta SEI.

A SEI foi desenvolvida pelo pesquisador entre os meses de julho a setembro de 2021 e implementada nos meses de outubro e novembro do mesmo ano, com 12 estudantes da

3ª série do EM de uma escola da rede pública estadual do estado do Maranhão de ensino regular noturno, localizada na zona rural do município de Timon - MA. A implementação ocorreu em cinco etapas, distribuídos em 6 aulas de 40min. de duração, conforme descritas no Quadro 1.

Uma cópia impressa da SEI e outra do TCM serão disponibilizadas, em separado, para a escola onde os dados desta pesquisa foram coletados com o objetivo de dar um *feedback* para a gestão da escola sobre o estudo desenvolvido bem como permitir os interessados acesso a esse material.

Etapas	Aulas	Propósitos pedagógicos	Breve descrição das ações
1ª	1	Contextualizando	Exibição de uma reportagem intitulada "*Calor e poluição mudam aparência de um dos rios mais importantes de São Paulo*", exibida no Jorna Nacional no dia 22/01/2019, que trata do problema da eutrofização no rio Tietê, em São Paulo.
		Propondo problemas	Logo depois, foram lançadas para os estudantes as seguintes questões problemas: *Por que a água do rio Tietê estava com a cor verde? Qual(is) a(s) causa(as) mais provável(is) da mortandade dos peixes no rio Tietê?*
		Elaborando hipóteses	Em seguida, o professor solicitou aos estudantes que tentassem respondê-las (elaboração de hipóteses).
		Realizar experimento	Na parte final da aula, os estudantes prepararam um experimento que simula a queda de O_2 dissolvido na água.
2ª	2-3	Buscando respostas para os problemas	Na 1ª aula, os estudantes assistiram vídeos, analisaram infográficos, um quadro e fizeram a leitura de um texto. Na 2ª aula, foi realizada uma aula de microscopia para visualização e registro fotográfico de espécies de algas e/ou cianobactérias presentes na água de um viveiro de engorda de peixes eutrofizado.
3ª	4	Buscando respostas para os problemas	Exposição, em *PowerPoint*, dos resultados do experimento e de algumas fotografias das algas tiradas durante a aula de microscopia. Em seguida foi trabalhado a respiração dos peixes. Foi feita a leitura de infográficos e de um texto.
4ª	5	Socializando experiências	Os estudantes compartilharam com os colegas de turma as experiências vividas durante a resolução dos problemas da SEI. Também foram discutidas as evidências apresentadas por eles que justificassem os resultados obtidos na resolução desses problemas.
5ª	6	Divulgando resultados	Os estudantes, em duplas, representaram através de um desenho acompanhado de um breve resumo, o seu entendimento sobre as diferentes dimensões do processo de eutrofização trabalhadas nesta SEI.

Quadro 1 - Quadro síntese da implementação da SEI

Fonte: o autor.

DETALHANDO AS ETAPAS DA SEI

No início desta primeira etapa, o professor alertou à turma que naquela aula iriam

iniciar-se as atividades de aplicação da SEI sobre a qual já havia repassado os detalhes para eles na aula anterior. Em seguida, apresentou uma situação problema representada pela eutrofização do rio Tietê, no estado de São Paulo.

Para a apresentação da situação problema, foi utilizada uma apresentação em *PowerPoint* na qual foi anexado um vídeo com duração de 2min18s de uma reportagem intitulada "*Calor e Poluição mudam a aparência de um dos rios mais importantes de São Paulo*" disponível no endereço[1]. Esta reportagem foi exibida no Jornal Nacional, telejornal da Rede Globo de televisão, no dia 22/01/2019. Para a exposição da referida apresentação, formam utilizados um aparelho de *Notebook* e um projetor multimídias e, logo depois da exibição da reportagem, o professor expôs (projetou) para a turma, nesta mesma apresentação, as seguintes questões problemas: 1) *Por que a água do rio Tietê estava com a cor verde?* 2) *Qual(is) a(s) causa(as) mais provável(is) da mortandade dos peixes no rio Tietê?*

Na sequência, o professor perguntou aos estudantes se todos haviam entendido as questões problemas. Como alguns deles ainda manifestaram algumas dúvidas sobre elas, o professor então as esclareceu para que pudesse dar prosseguimento às atividades. Sanadas todas as dúvidas sobre as questões problemas, o professor então entregou para cada estudante presente, uma folha de papel A4 em branco e solicitou que eles elaborassem hipóteses (possíveis respostas) para aquelas questões problemas e as anotassem na folha entregue, pois, essas hipóteses seriam importantes no direcionamento de todo o processo investigativo que se desenvolveria nos próximos encontros da disciplina.

Findado a elaboração das hipóteses, o professor orientou os estudantes a anotarem sua(s) hipótese(s) no caderno, pois, ele iria recolher a folha A4 onde haviam anotado as hipóteses produzidas. Dessa forma, quando, no decorrer das discussões ocorridas durante a implementação da SEI, algum estudante não lembrasse mais quais hipóteses havia elaborado, poderia recorrer ao caderno para revê-la(s).

Logo depois, o professor dividiu a turma em dois grupos fictícios (devido ao distanciamento imposto pela pandemia de COVID-19), cada um com seis estudantes. Em seguida solicitou que os componentes dos dois grupos escolhessem um dos seus integrantes para montar um experimento, auxiliado pelos demais integrantes do grupo. O experimento era para simular a queda na concentração de oxigênio dissolvido na água durante a decomposição da matéria orgânica ocorrida durante o processo de eutrofização de um corpo d'água.

Após a escolha do representante de cada grupo, o professor disponibilizou os materiais que foram utilizados para a preparação do experimento. A Figura 1 mostra esses materiais.

1. https://globoplay.globo.com/v/7320319/

Figura 1 - Materiais utilizados na preparação do experimento

Fonte: arquivo próprio do autor.

Foram disponibilizados para uso compartilhado dos dois grupos: 4 tubetes plásticos de 40ml (dois para cada grupo), 1 frasco de azul de metileno com tampa conta gotas, 1 copo dosador de 100ml, ração para gatos, água de torneira e papel toalha. De posse dos materiais, os dois estudantes escolhidos foram seguindo as orientações dos demais componentes do grupo para montar corretamente o experimento sem a interferência direta do professo, cabendo a este, apenas observar os procedimentos adotados pelos grupos e informar se a forma como haviam procedido nessa preparação estava correta ou não.

Vale lembrar, que uma das possíveis formas de preparo correto do experimento é: colocar um pouco de água no copo dosador e adicionar 8 gotas de azul de metileno. Em seguida transferir 30ml da solução para cada um dos tubetes, em um deles adicionado alguns grãos de ração para gato e em seguida fechá-lo.

Após algumas tentativas e erros, os dois grupos conseguiram montar corretamente seus experimentos. O professor então atribuiu aos grupos a responsabilidade para acompanhar o desenrolar dos acontecimentos do experimento por um período de 24h. Durante este período, um estudante escolhido pelo grupo ficaria responsável por fazer a observação e o registro fotográfico dos tubetes a cada 6h, pois, as fotografias seriam posteriormente apresentadas à turma para que pudessem observar os resultados alcançados. A Figura 2 apresenta a preparação do experimento pela estudante de um dos grupos.

Figura 2 – Estudante preparando o experimento de simulação da depleção de oxigênio na água.

Fonte: arquivo próprio do autor.

É necessário lembrar, que no planejamento inicial da SEI, nesta primeira etapa, os estudantes da turma deveriam ter sido divididos em pequenos grupos, de três ou quatro componentes, já que o trabalho em grupo tem grande relevância no Ensino por Investigação, pois, dentro dos grupos, os estudantes discutem entre si, compartilham informações,

trocam ideias o que ajuda na aprendizagem dos conteúdos. Entretanto, devido à pandemia provocada pelo Sars-Cov-2, que requeria à época distanciamento social das pessoas como forma de evitar a transmissão do vírus entre elas, essa divisão da turma em grupos não foi possível.

BUSCANDO RESPOSTAS PARA OS PROBLEMAS. 1

Esta etapa que teve duração de duas aulas, foi iniciado com a distribuição, para os estudantes, de um texto (Anexo B) que aborda a relação existente entre o excesso de nutrientes na água e o processo de eutrofização intitulado "Excesso de nutrientes na água" e um quadro (Anexo C) com as classes de estado trófico dos corpos d'água e suas principais características. Esses dois materiais foram lidos e analisados, pelos estudantes, no decorrer da aula.

Após a distribuição desse material, os estudantes assistiram a duas animações que mostravam alguns detalhes do processo de eutrofização. A primeira dois vídeos de animações, uma com duração 1min3s e o outra de 1min11s, disponíveis, respectivamente, nos endereços[2]. Em seguida, o professor conduziu as discussões sobre o conteúdo abordado nos dois vídeos, lançando para a turma algumas questões norteadoras, dentre outras: *Quais as fontes de poluição da água representadas nos vídeos)? Por que durantes as florações de algas ou cianobactérias ocorrem reduções do oxigênio dissolvido na água?*

A apresentação dessas questões para a turma visava buscar dos estudantes a sua compreensão sobre o que estava sendo representado naqueles vídeos em relação ao processo de eutrofização, pois, uma compreensão correta deles certamente os ajudaria a responder às questões problemas apresentados na primeira etapa da implementação da SEI.

Ainda no transcorrer das discussões sobre o conteúdo abordado nas animações, o professor projetou para a turma dois infográficos[3] (Anexo D) que também representam eventos relacionados ao processo de eutrofização.

Vale lembrar que o infográfico que simula o processo de eutrofização em lago foi editado no programa *Paint* para que fosse retirada dele uma legenda que cita as características de ambientes nos três estados tróficos apresentados: oligotrófico, mesotrófico e eutrófico, pois, essas informações facilitariam em demasia a interpretação que os estudantes deveriam fazer do mesmo.

Sobre esses infográficos, durantes as interações discursivas, o professor, assim como o fez durante as discussões sobre as animações, também foi lançando, para a

2. https://www.youtube.com/watch?v=92TFJTtuq6k
https://www.youtube.com/watch?v=UGqZsSuG7ao
3. https://ecokidsecoteens.mpba.mp.br/noticias/voce-sabe-o-que-e-eutrofizacao/
https://limnologia.wordpress.com/

turma, algumas questões norteadoras, dentre elas: *Quais as fontes de poluição da água representadas nos esquemas? Por que durantes as florações de cianobactérias e algas ocorrem reduções do oxigênio dissolvido na água? Se as cianobactérias e algas realizam fotossíntese, e assim produzem oxigênio, como a morte dos peixes pode estar associada a elas?*

Em seguida, o professor orientou os discentes a fazerem a leitura do quadro que apresentava as diferentes classes de estado trófico de um corpo d'água e suas respectivas características. Depois orientou que fizessem a leitura do texto intitulado entregue no início da aula que abordava, dentre outros pontos, as causas e as consequências da floração de cianobactérias e algas sobre o ambiente e a sua biota.

Na segunda parte dessa etapa, foi realizada uma aula de microscopia na qual foram utilizados, como apresentado na Figura 3, um aparelho de microscópio, lâminas, lamínulas, uma pipeta, um tubete de 40 ml, guardanapos e água eutrofizada coletada em um viveiro de engorda de peixes mostrado na Figura 4.

Figura 3 - Materiais utilizados na aula de microscopia

Fonte: arquivo próprio do autor.

Figura 4 – Viveiro onde a água utilizada na microscopia foi coletada

Fonte: arquivo próprio do autor.

No decorrer da aula de microscopia, os estudantes puderam observar algumas espécies de microalgas presentes na água coletada. Eles foram orientados, pelo professor, a atentarem-se principalmente para cor e as formas das espécies visualizadas.

Além da observação, algumas fotografias dessas microalgas foram tiradas com auxílio de um aparelho de *Smartphone* para uma posterior análises dos seus detalhes, pois, como o tempo era pouco e só tinha um único aparelho de microscópio à disposição para que todos os estudantes pudessem fazer essa visualização, o professor prepararia uma apresentação em *PowerPoint* para que os estudantes pudessem observar melhor alguns detalhes, por exemplo: a cor e a forma das espécies visualizadas.

BUSCANDO RESPOSTAS PARA OS PROBLEMAS. 2

Esta etapa que teve duração de uma aula, iniciou-se com a projeção para a turma, de uma apresentação em *PowerPoint* com os resultados do experimento de simulação da queda de oxigênio dissolvido na água realizado na primeira etapa de implementação da SEI. O resultado desse experimento, realizado por um dos dois grupos de estudantes está representado na Figura 5 abaixo.

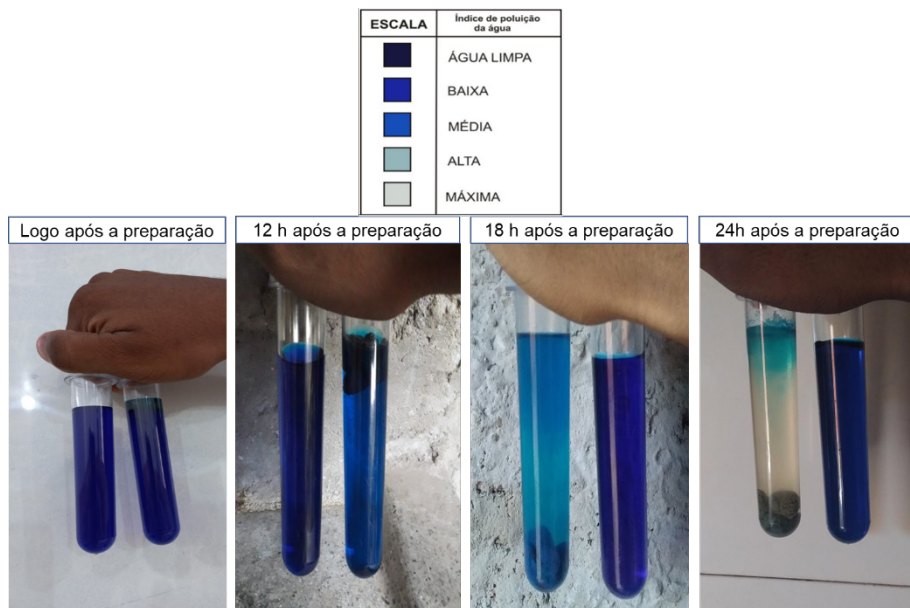



Figura 5 - Resultado do experimento de simulação da depleção de oxigênio dissolvido na água realizado por um dos grupos

Fonte: arquivo próprio do autor.

A partir das fotografias apresentadas para a turma, o professor fez algumas perguntas norteadoras, dentre outras, a seguinte: *Por que a solução do tubo de ensaio (tubete) onde foi adicionado ração ficou transparente e por que no outro onde não foi colocado ração a solução não ficou transparente?*

Além da análise dos resultados do experimento, nesta mesma etapa, os estudantes também fizeram a leitura de dois textos intitulados, respectivamente "Clorofitas" e "Cianobactérias" (Anexos E e F) que fazem uma abordagem sobre esses dois grupos de seres vivos.

Ainda na primeira parte desta etapa, o professor projetou para a turma alguns *slides* com algumas fotografias das algas feitas durante a aula de microscopia que aconteceu na 2ª etapa (ver Figura 6). Sobre essas fotografias, o professor lançou para a turma as seguintes perguntas norteadoras: *Qual a cor predominante das algas observadas? Por que essas algas possuem essa cor verde? A que isso se deve? Na opinião de vocês pode existir alguma relação entre as algas e a cor da água do rio Tietê mostrada naquele primeiro vídeo que mostrei para vocês?*

Lembrando que essas e as demais perguntas norteadoras eram lançadas para a turma de forma gradual, no decorrer das discussões que eram mediadas pelo professor.

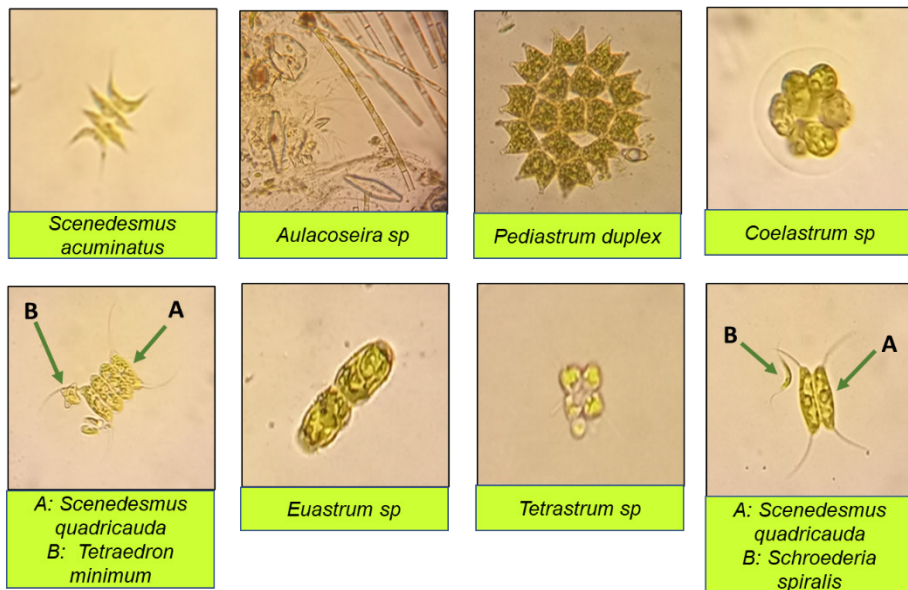



Figura 6 – Espécies de microalgas fotografadas na aula de microscopia

Fonte: arquivo do próprio do autor.

Na segunda parte dessa terceira etapa, foi trabalhado o conteúdo “Respiração dos peixes”. Para isso, foi utilizada uma apresentação em *PowerPoint* com duas figuras[4] das estruturas branquiais dos peixes ósseos e um infográfico[5] que representa o processo de respiração desses animais. Também formam apresentados dois vídeos[6] que foram aqui denominados de vídeos 2 e 3, respectivamente. Os dois vídeos foram editados, pois, partes deles não tinham relação com o conteúdo trabalhado naquela aula.

Além das figuras, infográficos e vídeos analisados pelos estudantes na terceira etapa da SEI, o (Anexo F) traz um texto intitulado “Como os peixes respiram?

SOCIALIZANDO AS EXPERIÊNCIAS

Sob a mediação do professor, ao longo desta 4ª etapa, desenvolvida em uma aula, o professor oportunizou aos estudantes, um momento para compartilhamento coletivo dos conhecimentos adquiridos no decorrer das etapas anteriores de implementação da SEI. Esse momento de sistematização coletiva de conhecimentos adquiridos, representa um importante elemento do EI visto que aos estudantes é dada a oportunidade para que

4. https://www.portaldosanimais.com.br/informacoes/respiracao-dos-peixes/
https://www.infoescola.com/peixes/branquias/
5. https://www.portaldosanimais.com.br/informacoes/respiracao-dos-peixes
6. https://www.youtube.com/watch?v=D8RDLu-4VJs
https://www.youtube.com/watch?v=a8tsiYjxbBc

apresentem, expliquem e argumentem suas ideias, os seus achados da investigação realizada.

Na condução das discursões dessa etapa, o professor também lançou, para a turma, algumas interrogações como por exemplo: *Vocês conseguiram resolver as três perguntas problemas apresentadas a vocês no início da SEI? Como vocês conseguiram resolver essas questões problemas? Como vocês explicam o porquê deu certo responder às questões problemas?* Com essas perguntas, buscou-se evidências sobre como os estudantes conseguiram construir as respostas para as duas questões problemas da SEI.

DIVULGANDO OS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO

Esta última etapa aconteceu no mesmo dia em que a quarta etapa foi realizada. No decorrer da aula, cada dupla de estudantes teve a oportunidade de apresentar e explicar para os colegas de turma e o professor, um desenho representativo do processo de eutrofização de corpos d'água superficiais confeccionados extraclasses. Junto ao desenho, o estudante redigiu um breve texto explicativo que resumiu as ideias dos dois componentes sobre o referido processo.

Por fim, o professor fez suas últimas considerações sobre a implementação da SEI e finalizou as atividades.

APRESENTAÇÃO DOS DADOS E RESULTADOS DA PESQUISA

Breve análise das hipóteses elaboradas pelos estudantes

No decorrer da execução de uma SEI, algumas etapas devem ser seguidas para que ao final, os estudantes possam resolver o(s) problema(as) a eles propostos. Uma dessas etapas é o levantamento de hipóteses que serão colocadas para testes ao longo do processo investigativo. A elaboração de hipóteses, portanto, constitui um importante evento do processo investigativo e, por isso, é imprescindível que seja incorporado no contexto das salas de aula de ciências, permitindo aos estudantes expressarem seus pensamentos sobre como resolver determinados problema(s) a eles apresentado(s) (COSTA; SALVADOR, 2021).

No Quadro 2 apresentado abaixo são apresentadas as categorias de análise das hipóteses acompanhada da sua caracterização, utilizadas neste estudo.

Categorias*	Caracterização
HT	Uma hipótese é claramente descrita.
HC	A hipótese é descrita de forma confusa ou há omissão de detalhes.
NH	Não há descrição de uma hipótese.

Quadro 2 - Categorização das hipóteses elaboradas pelos estudantes

Fonte: adaptada de Frazão *et al.* (2021), baseadas nas rubricas de Etkina *et al.* (2006).

***HT**: hipótese testável; **HC**: hipóteses parcialmente testáveis; **NH**: não configura uma hipótese

O Quadro 3 apresenta as hipóteses formuladas pelos estudantes pesquisados para as duas questões problemas da SEI.

Questões	Transcrição das hipóteses elaboradas	Categorias
Questão 1	**E1**: Por causa das algas que precisam de oxigênio para respirar e elementos químicos em grande quantidade e por causa de lixo.	HC
	E2: Porque estava poluída por elementos químicos, sujeira, lixo, peixes mortos etc.	HC
	E3: A água do rio está daquela cor foi porque está com muito derramamento de esgoto, lixo, plantas aquáticas etc.	HT
	E4: Por conta das sujeiras que vem diretamente do esgoto para o rio, os lagos e algas também fazem com que essa poluição aumente, e pode ter elementos químicos dentro do rio.	HC
	E5: Por causa de uma espécie de algas marinhas toxicas está se manifestando no rio, e isso causa sérios problemas para ele, como a água está com uma consistência grossa e [inelegível].	HC
	E6: Porque a água está bastante poluída, muita sujeira.	HT
	E7: Eu acho que ela está suja por conta da poluição tanto de casas como industrias e por conta das algas.	HC
	E8: Por causa da grande sequência de elementos químicos que foram despejados lá de forma ilegal como, agrotóxicos descartados pela indústria de agricultura, indústrias de petróleo, automobilística.	HC
	E9: Por causa das algas, plantas aquáticas, que aceleraram tirando o oxigênio dos peixes por ser tóxico, e isso acabou criando um lado (lodo) dentro d'água, fazendo a água ficar verde, e por causa de tanta poluição, como lixo, esgoto, entre outros.	HC
	E10: Por que dos desgotamento [sic] dos esgotos por causa dos lixos.	HC
	E11: Por causa da poluição causada por petróleo, esgoto e lixo.	HT
	E12: Por causa do lodo e por causa das vegetações.	HT

Questões	Transcrição das hipóteses elaboradas	Categorias
Questão 2	**E1**: Por falta de oxigênio, a água tóxica e falta de luz solar por conta da cor da água	HC
	E2: Por conta das aparições [sic] de algas que fazem com que falte oxigênio e acabe dificultando a respiração deles.	HT
	E3: Por causa que tem muitas algas que não deixam o oxigênio entrar para os peixes poderem respirar e sobreviver e porque também as algas são muito tóxicas para os peixes.	HT
	E4: Por conta das aparições de algas que falte oxigênio e acabam ficando (os peixes) sem respiração, e o excesso de sujeira e de elementos químicos que deixa a água mais grossa.	HC
	E5: Por causa da água tóxica causado pelas algas tóxicas, pode ter afetado falta de oxigênio nos peixes, também pode ser pela água não estar limpa.	HC
	E6: Por causa da falta de oxigênio que não está entrando.	HT
	E7: As causas mais prováveis são por conta das algas que estão formando uma grande camada acima do rio e estão bloqueando a entrada de luz e a falta de oxigênio.	HT
	E8: Por causa da falta de oxigênio na água e por causa de algas marinhas e interferência humana por meio de produtos altamente poluentes que são despejados nos rios como forma de eliminação do produto, mas na verdade acaba eliminando mesmo é a vida.	HC
	E9: A presença de algas na água, que acabam atrapalhando a entrada de ar e luz solar, e por serem tóxicas, que causa a falta de oxigênio, e torna a ar que os peixes respiram sujo. E pelo excesso de plantas, que dificultam a respiração dos peixes, o excesso de nutrientes dentro d'água pode causar problemas como esse.	HC
	E10: Por causa de falta de ar pois as algas atrapalham que os peixes respiram e por causa do lodo.	HC
	E11: Por causa de algas que impedem a entrada de luz solar e falta de oxigênio.	HC
	E12: Por causa da falta de O_2 na água.	HT

Quadro 3 – Categorização das hipóteses elaboradas pelos estudantes para as duas questões problema da SEI

Fonte: dados da pesquisa.

O gráfico a seguir apresenta os números e o tipo de hipótese elaboradas por cada estudante para as duas questões problemas.

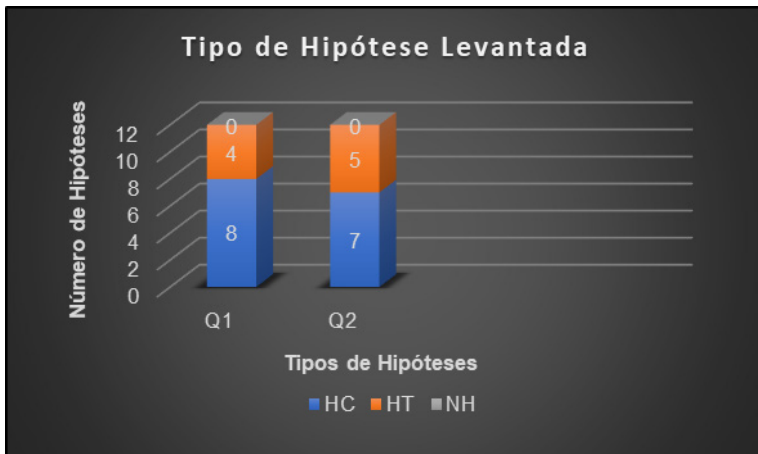



Gráfico 1 – Tipos de hipóteses levantadas pelos estudantes para as duas questões problemas da SEI

Fonte: dados da pesquisa.

A partir da categorização das hipóteses elaboradas pelos discentes, pôde-se constatar que, para as duas questões de investigação, há um maior número de HC, ou seja, hipóteses classificadas como confusa ou com omissão de detalhes. Para a questão 1 foram cerca de 66% das hipóteses incluídas neste grupo e, para a questão 2, aproximadamente 58%.

Quanto às hipóteses classificadas como HT, ou seja, hipótese claramente descrita e testáveis, foram aproximadamente 34% das hipóteses elaboradas para a questão problema 1 e 42%, para a questão problema 2. Assim, verifica-se esse grupo de estudantes demostrou entendimento e raciocínio sobre aquele problema apresentado, de forma que elaboraram respostas aproximadas ao que era esperado para o problema em questão (NUNES; MOTOKANE, 2017).

Vejamos o exemplo da hipótese formulada por E12 para a questão 1, apresentada a seguir:

> E12: Por causa do lodo e por causa das vegetações.

Nesta hipótese, embora a estudante não dê maiores detalhes sobre como o lodo e as plantas têm relação com a cor verde da água do rio, pode-se deduzir que tenha feito essa conexão devido ao fato de o lodo apresentar uma coloração esverdeada bem como as folhas da maioria das espécies de plantas. Esta é uma hipótese passível de teste.

Observemos agora a hipótese apresentada por E7 para a questão problema 1.

> E7: Eu acho que ela está suja por conta da poluição tanto de casas como indústrias e por conta das algas.

Neste caso, observa-se que embora E7 não explique como a poluição poderia ter relação direta com a cor verde da água, o que torna sua hipótese um pouco confusa, é perceptível certa fundamentação teórica na mesma, pois E7 consegue associar a cor da água à presença de algas nela.

Assim, a enunciação de E7 vai ao encontro do que foi dito por Santana e Sedano (2021), ao afirmarem que durante o levantamento de hipóteses, os estudantes estabelecem conexões entre as características do problema apresentado e os seus conhecimentos. Para esses autores, é através das variáveis apresentadas pelos estudantes que eles manifestam evidências que podem estruturar suas hipóteses (SANTANA; SEDANO, 2021), o que pôde ser observado nesta hipótese de E7.

Dentre as hipóteses formuladas para a questão problema 2, também foram identificadas hipóteses pertencentes ao grupo de HC. Como exemplos temos as que foram apresentadas por E1 e E11. Observe abaixo:

> E1: Por falta de oxigênio, a água tóxica e falta de luz solar por conta da cor da água.
>
> E11: Por causa de algas que impedem a entrada de luz solar e falta de oxigênio.

Corretamente nestas hipóteses, E1 e E11 atribuem a morte dos peixes à falta de O_2 na água, mas, também, no caso de E1, à água tóxica, à falta de luz e à cor da água. E11, por sua vez, faz essa associação com a falta de luz solar, ocasionada pelas presenças de algas na água. Neste caso, os dois estudantes não apresentam nenhuma explicação sobre as possíveis relações entre as variáveis mencionadas e a questão problema a eles apresentada, o que torna os enunciados das duas hipóteses confuso e com omissão de detalhes.

Em uma pesquisa realizada por Zômpero e Laburú (2012), esses pesquisadores observaram a grande dificuldade que os estudantes apresentam para elaborar hipóteses, o que, segundo eles, acontece ou pelo fato de ainda não terem participado de atividades que exigissem a realização de tal procedimento ou por terem medo de cometerem erros. Para Silva, Sousa e Fireman (2019), nas atividades investigativas, tanto as hipóteses que convergem para o acerto como as que levaram ao "erro" deverão ser relembradas pelos estudantes, pois a partir delas, podem desenvolver um melhor entendimento do conceito ou do fenômeno em estudo, o que termina contribuindo para que o conhecimento espontâneo seja transformado em conhecimento sistematizado.

O erro, portanto, faz parte do processo de ensino e aprendizagem, porque, quando adequadamente trabalhado e superado pelo estudante, acaba sendo uma fonte de aprendizagem considerado por alguns até mais importante do que as aulas expositivas, em que os discentes apenas seguem o raciocínio apresentado pelo professor (CARVALHO,

2013).

Não podemos deixar de lado o fato de que na turma na qual a pesquisa foi desenvolvida, os estudantes ainda não haviam tido na disciplina de Biologia nenhum contato com atividades embasadas na abordagem de EI, o que certamente contribuiu para que tivessem certa dificuldade na elaboração das hipóteses, o que nos leva a inferir que estudantes amadurecido e acostumados com atividades embasadas na abordagem de EI certamente conseguem elaborar hipóteses plausíveis e fundamentadas em evidências científicas (COSTA; SALVADOR, 2021).

Ainda com relação ao levantamento de hipóteses, Frazão, Gusmão e Antunes (2021), ressaltam que um dos fatores que pode dificultar o trabalho de elaboração de hipóteses, pelos estudantes da educação básica, é o tempo que eles têm para pensar sobre o problema apresentados, o que pode explicar o que aconteceu, pois, como o tempo destinado à implementação da SEI era bem limitado, o pouco tempo disponibilizado para a elaboração das hipóteses pode ter dificultado e limitado esta tarefa, levando à elaboração de muitas hipóteses confusas.

Importante lembrar que é durante a elaboração de hipóteses que os estudantes também manifestam seus conhecimentos prévios acerca do(s) problema(s) a eles apresentado(s), propondo previsões de natureza teórica ou prática sobre como resolvê-lo(s) (FRAZÃO; GUSMÃO; ANTUNES, 2021). É também durante essa etapa que os estudantes se apropriam de habilidades que apontam para a ocorrência da Alfabetização Científica (SILVA; LORENZETTI, 2020).

BUSCANDO RESPOSTAS PARA OS PROBLEMAS: PARTE 1

Esta 2ª etapa de implementação da SEI foi iniciada com a exibição de dois vídeos que simulam o processo de Eutrofização. O primeiro vídeo[7] exibido, intitulado "What is eutrophication?" tem duração de 1min.03s, aqui denominado vídeo 1. Nele, é feita uma simulação de como ocorre um evento de eutrofização em áreas urbanas com as consequências desse processo para a biota aquática daquele ecossistema. Em seguida, foi exibido o segundo vídeo[8], com 1min.28s de duração, intitulado "Eutrophication Animation" e que foi denominado de vídeo 2. Este vídeo simula o processo de eutrofização em meio rural decorrente do carreamento de fertilizantes para dentro de um corpo d'água.

Após algumas discussões sobre os dois vídeos, o professor expôs novamente para a turma os dois infográficos representativos do processo de eutrofização. À medida que as discussões transcorriam, algumas perguntas norteadoras com: *Quais as fontes de poluição da água representadas nos esquemas? Por que durantes as florações de algas*

7. https://www.youtube.com/watch?v=92TFJTtuq6k
8. https://www.youtube.com/watch?v=UGqZsSuG7ao

e cianobactérias ocorre uma redução do oxigênio dissolvido na água? Por que em corpos d'água eutrofizados a diversidade biológica é baixa? forma lançadas para a turma pelo docente. O objetivo da apresentação dessas perguntas aos estudantes era apresentar para eles indagações que pudessem contribuir para que encontrassem "caminhos" que os levassem a possíveis respostas às questões problemas da SEI.

Em seguida, os discentes fizeram a leitura do quadro com as classes de estado trófico da água seguido de um texto intitulado "Excesso de nutrientes na água".

Durante as discussões sobre esses dois materiais, foram lançadas mais algumas questões para a turma, por exemplos: *O excesso de nutrientes na água pode prejudicar a biota aquática? Por que durante uma floração de algas e/ou cianobactérias o corpo d'água fica geralmente com a cor verde?*

Os recursos didáticos utilizados nesta etapa abordaram alguns conceitos chaves importantes sobre a temática eutrofização, dentre outros: as fontes de nutrientes para os corpos d'água, a relação entre nutrientes e eutrofização, os estados tróficos da d'água, as florações de algas e cianobactérias e o oxigênio dissolvido na água.

No transcorrer dessa etapa, o professor foi orientando os estudantes quanto ao uso desses recursos didáticos e conduzindo as interações discursivas sobre os conceitos abordados.

A partir dos diálogos estabelecidos entre os(as) estudantes e entre eles e o professor, durante as atividades desenvolvidas bem como dos escritos (as hipóteses elaboradas), realizou-se a uma análise para identificação dos IAC, propostos por Sasseron e Carvalho (2008) e Pizarro e Lopes Júnior (2015), já mencionados anteriormente. Desta forma, expõem-se nas próximas seções uma análise das falas coletadas durantes a implementação da SEI frente a esses indicadores.

A partir desse ponto, passamos a fazer um exame mais detalhado das falas proferidas pelos discentes e docente durante as interações discursivas ocorridas em sala de aula e coletadas em áudios nas cinco etapas de implementação da SEI.

A seguir, serão apresentados somente alguns episódios de falas, considerados relevantes dentre de cada etapa da aplicação da SEI, pois, trazem dados importantes dentro da pesquisa.

A discussão dos dados será iniciada pela análise das transcrições das argumentações ocorridas em três episódios selecionados das aulas 2 e 3 apresentadas nos Quadros 4, 5 e 6.

Turnos	Falas transcritas	IAC
1	**P**: O que é essa coisa verde aqui? (com o vídeo pausado, aponta para uma camada de microalgas verde na água).	
2	**E9**: As algas.	LH
3	**E7**: As algas e o lodo.	LH
4	**E12**: O lodo e a sujeira.	LH
5	**E7**: O excesso de algas.	LH
6	**E6**: É tudo de ruim, é sujeira.	RL
7	**P**: E por que será que apareceu esse problema aí?	
	[...]	
10	**P**: Como a gente poderia relacionar essas duas coisas, o esgoto sendo despejado no mar e aquelas algas que vocês virão lá? Como poderíamos fazer essa relação?	
11	**E7**: O acúmulo de poluentes na água.	LH
12	**P**: E isso resulta no que E7?	
14	**E7**: O esgoto que estava descendo das indústrias, das casas formou uma camada de sujeira na superfície da coluna d'água e isso levou à diminuição e até o bloqueio total da penetração de luz solar na água.	LH, Expl., J, RL, AI
15	**P**: E qual é o resultado disso meninas?	
16	**E7**: A poluição levou à morte dos peixes e tirou os nutrientes da água.	LH, Expl., RL
17	**E12**: O esgoto que desceu das residências e das indústrias criou uma camada de poluição na parte superficial da água e isso levou a morte das algas e dos peixes também e depois vieram as bactérias para decompor essas algas e elas (as bactérias) tiraram os nutrientes da água.	LH, SI, Expl., J, RL, AI

Quadro 4 – Extrato dos diálogos ocorridos no início da etapa 2

Fonte: elaborado pelo autor como os dados da pesquisa.

A análise desse primeiro episódio mostrou algumas evidências de uma prática inerente ao EI, a formulação de hipóteses a partir da proposição de problemas que buscam dos estudantes informações e/ou opiniões sobre tais problema(s). Este movimento está claro nos turnos de 2-5, onde os quatro estudantes formulam hipóteses para uma questão apresentada pelo professor. Para Silva e Lorenzetti (2020), a elaboração de hipóteses apresenta um caráter pedagógico importante dentro da construção do conhecimento científico no espaço escolar, pois, é neste momento que os estudantes manifestam seus conhecimentos prévios que nortearão suas tomadas de decisões sobre a criação de caminhos que possibilitarão testar e criar explicações que confirmam, negam ou trazem dúvidas sobre as teorias iniciais, de forma a contribuir com a construção de novos conhecimentos.

Além do indicador **LH**, foi identificado no turno 6, na fala de E6, o uso do indicador **RL**, pois, ao afirmar que aquilo que estava vendo na água era "...*tudo de ruim, é sujeira.*",

ele(a) associa o que foi observado na água (provavelmente microalgas verdes) a algo que não é bom e que pode causar problemas, ou seja, "*É tudo de ruim...*"

Com a continuidade das discussões, observa-se a manifestação de outros indicadores da AC nas falas dos(as) estudantes. No turno 14, E7 apresenta a seguinte fala em resposta à pergunta feita pelo professor no turno 10:

> "O esgoto que estava descendo das indústrias, das casas formou uma camada de sujeira na superfície da coluna d'água e isso levou à diminuição e até o bloqueio total da penetração de luz solar na água."

Nesta fala de E7 detectamos os seguintes IAC: LH, Expl., J, RL, AI. No extrato: "*O esgoto que estava descendo das indústrias, das casas",* há o **LH**, pois, observa-se que há uma tentativa de apresentar as possíveis origens do esgoto que chega até a praia. Nesta mesma fala, no fragmento: *"...formou uma camada de sujeira na superfície da coluna d'água e isso levou à diminuição e até o bloqueio total da penetração de luz solar na água.*", E7 constrói uma **Exp**. onde busca estabelecer a relação entre a causa e as consequências do lançamento de esgotos ao mar. Dentro desse mesmo trecho, no trecho: *"...formou uma camada de sujeira na superfície da coluna d'água..."*, E7 emite uma **J** para a diminuição ou o bloqueio da penetração de luz na água, o que fornece maior autenticidade à explicação dada por E7.

Percebemos ainda que E7 faz uso do **RL**, pois, existe certa estruturação das ideias expostas na sua resposta bem como a **AI**, já que ele(a) consegue estabelecer relação entre o conhecimento adquirido e algo que é uma realidade para muitas pessoas atualmente, o processo de eutrofização.

No turno 17 é a vez de E12 expressar suas ideias ao afirmar que:

> "O esgoto que desceu das residências e das indústrias criou uma camada de poluição na parte superficial da água e isso levou a morte das algas e dos peixes também e depois vieram as bactérias para decompor essas algas e elas (as bactérias) tiraram os nutrientes da água."

Na sua colocação, E12 faz uso dos seguintes indicadores da alfabetização científica: LH, SI, Expl., J, RL, AI. Quando ela fala *"O esgoto que desceu das residências e das indústrias criou uma camada de poluição na parte superficial da água..."* tem-se o **LH** elaborada para a possível pergunta: *"Qual(is) a(s) fonte(s) desse material que criou uma camada de poluição na parte superficial da água?"*

E12 também apresenta **Exp**. em pelo menos dois momentos da sua fala. No trecho: "...*uma camada de poluição na parte superficial da água e isso levou à morte das algas e dos peixes...",* a estudante defende a ideia de que a morte das algas e peixes decorreu do acúmulo de poluição na coluna d'água. Como ainda não tínhamos feito a abordagem nem discutido sobre essa temática, concluímos que E12 fez uso de conhecimento prévios fazer

tal afirmação. Neste fragmento, além do indicador explicação, detectou-se o indicador **SI**. No trecho: *"...depois vieram as bactérias para decompor essas algas e elas (as bactérias) tiraram os nutrientes da água",* embora na parte final, quando a estudante diz: *("...tiraram os nutrientes da água...")*, não deixe claro quais são esses nutrientes, ela constrói uma **Exp.**, como forma de explicar o processo de decomposição realizado pelas bactérias dos seres que morreram ali.

Observe que nesta fala de E12 há também a manifestação do indicador **J** quando ela diz que: "*O esgoto que desceu das residências e das indústrias criou uma camada de poluição na parte superficial da água e isso levou a morte das algas e dos peixes também...*", pois, dessa forma atribui maior confiabilidade às explicações apresentadas.

Também são identificados os indicadores **RL**, quando há, por parte da estudante, uma demonstração de tomada de consciência em relação aos possíveis problemas ocasionados pelo lançamento de esgotos *in natura* nos corpos de água superficiais; além da **AI**, observado quando E12 estabelece relações entre o conhecimento adquirido, a realidade atual de muitas pessoas e o meio ambiente onde vive.

Turnos	Falas transcritas	IAC
25	**P**: E o que está acontecendo aqui? (referência ao trator jogando fertilizantes no solo).	
26	**E10**: Está jogando fertilizante no solo.	LH
27	**E12**: Não. Eu acho que isso que o trator está jogando é semente.	LH
28	**E7**: Acho que é sementes.	LH
29	**P**: Então! É fertilizante ou semente?	
30	**E2**: O trator está plantando sementes.	LH
31	**E1**: Está jogando fertilizante no solo.	LH
32	**P**: E9, E3, E4, E11 o que vocês acham?	
33	**E3**: É semente.	LH
34	**P**: Vamos aqui novamente observar o vídeo! Vocês já viram um trator plantando sementes? Vocês acham que o agricultor iria jogar sementes em cima do solo do nada. Jogar semente para a chuva bater e levar minha semente? A semente é plantada, enterrada. Vocês já viram plantando roça? Como faz? Abre um buraco e planta a semente.	
35	**P**: Voltando! Aquilo ali que o trator estava fazendo era o quê? Era plantando semente ou era fertilizante?	
36	**E10**: Era fertilizante.	
37	**E2**: Era agrotóxico professor.	LH
38	**P**: Era agrotóxico ou era fertilizantes?	LH
39	**AE**: Era fertilizantes	LH
40	**AE**: Era veneno.	

Turnos	Falas transcritas	IAC
41	**P**: E ele (o agricultor) estava botando agrotóxico para matar o que ali naquela terra? Você só vai colocar agrotóxico se for para matar alguma coisa que está causando prejuízo.	
42	**E10**: Era para matar os bichos.	LH
43	**P**: Que bicho que estava comendo o que ali?	
44	**E10**: As plantas.	
45	**P**: Que plantas? Eu não vi planta ali não.	
46	**E10**: Para matar o capim.	LH
47	**E12**: Não. É fertilizante porque fez as algas crescerem.	TI, Expl., RL
48	**E10:** É fertilizante mesmo E12, pois a gente observa que as algas aumentaram no lago.	TI, Expl.
49	**P**: Muito bom!	

Quadro 5 – Extrato dos diálogos ocorridos no início da etapa 2

Fonte: elaborado pelo autor como os dados da pesquisa.

Da segunda etapa selecionamos também o extrato acima referente às discussões sobre o conteúdo do vídeo 2, o qual mostra uma simulação do processo de eutrofização em um corpo d'água provocada pela descarga de fertilizantes agrícolas. Neste trecho do diálogo, observa-se que entre os turnos 26-46 ocorre apenas formulação de hipóteses pelos estudantes para as questões apresentadas pelo professor, representando aproximadamente 69% dos IAC presentes nesse extrato.

Embora diferentes hipóteses sobre um mesmo problema sejam elaboradas pelos estudantes, o que pode representar um certo "desconhecimento" sobre ele (STRAPAZZON; MELLO, 2015), devemos considerar que este momento representa um passo importante dentro de uma SEI já que as hipóteses elaboradas representam as possíveis soluções para o(s) problema(s) proposto(s), e, portanto, é uma forma de os discentes trazerem explicações prévias sobre determinado fato ou fenômeno.

Em uma SEI, as hipóteses elaboradas têm um papel importante no desenvolvimento da atividade pelo estudante, pois, quando eles apresentam essas hipóteses acompanhadas de explicações sobre o que será estudado, contribuem com o entendimento do professor sobre suas concepções prévias, de forma que ele colhe elementos que lhe ajudam a planejar intervenções ou fazer reestruturações, caso necessário (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). Sem este momento, seria mais complicado para o professor e para os próprios estudantes acessar as concepções prévias destes sobre o conteúdo trabalhado.

No turno 25, o professor lança para a turma uma pergunta que buscava dos estudantes a construção de entendimento sobre o que o trator estava espalhando no solo. Embora pareça óbvio que o trator espalhava fertilizantes, os estudantes elaboraram diferentes hipóteses para aquela questão. Alguns, como E2, E3, E7 e E12, afirmaram que

o trator estava plantando sementes; outros, E10 e E1 disseram que a máquina estava espalhando fertilizantes.

Outro aspecto interessante observado na análise do trecho foi quanto à percepção de E10 sobre o que o trator lançava ao solo. Observe que nos turnos 36 e 48 ela reafirma sua hipótese formulada no turno 26. O mesmo não acontece com outros estudantes, E12 e E2, por exemplo. No turno 27, E12 diz que o trator lançava sementes na terra e, após algumas discussões, no turno 47, ela apresenta uma nova hipótese, passando a defender a ideia de que a máquina estava lançando fertilizantes.

Essa constatação é confirmada por Santana e Sedano (2021) quando afirmam que a partir da obtenção e análise de dados, os estudantes apresentam um movimento de construção de novas ideias, sobretudo a partir dos questionamentos feitos pelo professor. As autoras dizem ainda que a validação das ideias de um estudante acontece quando outros também compartilham do mesmo pensamento, o que indica a aceitação dela e evidencia a importância das práticas epistêmicas que permitem analisar dados e informações que valorizem a pesquisa científica, mesmo que ela revele informações não previstas (SANTANA; SEDANO, 2021)

No turno de fala 47, E12 além de evidenciar o indicador **TH**, apresentando uma nova concepção quanto ao que tinha proposto no turno 27, também evidencia o indicador **Exp**. ao estabelecer a relação entre o "crescimento" das algas com a chegada de fertilizantes no corpo de água e o **RL**, já que nesta fala da estudante, podemos observar que ela desenvolveu, ao longo das discussões estabelecidas, uma nova compreensão em relação ao problema apresentado, provavelmente baseado em evidências que foram apresentadas no decorrer do vídeo. Para Carvalho e Sasseron (2011), uma explicação caracteriza-se por revelar as relações construídas ao longo de uma colocação e, neste sentido, pode ser pontual, ainda que importante e necessária para a compreensão da ideia completa que se enuncia.

Para Carvalho e Sasseron (2011), os elementos que aparecem associados aos indicadores conclusão e explicação, têm como função principal, dentro do argumento, assegurar maior validade e autenticidade à proposição, evidenciados neste caso, pelo teste de hipótese e o raciocínio lógico identificados na explicação de E12.

Assim como E12, E2 também muda de ideia sobre o seu entendimento acerca do que está sendo lançado ao solo pelo trator. Na sua hipótese inicial (turno 30), o estudante defendia que a máquina semeava sementes, mas, após algumas discussões, mudou de opinião e passou a defender a ideia de que ara agrotóxico o trator espalhava pelo solo. Esse é um movimento natural dos estudantes já que durante a análise de dados, podem observar equívocos nas hipóteses iniciais e, então, elaboram novas hipóteses (SANTOS; GALEMBECK, 2018).

No turno 48, E10 também faz o **TH** que levantada no turno 26, reafirmada no turno 32 e confirmada no turno 48, pois, neste turno, a estudante mostra uma **Exp**. como forma de justificar a hipótese apresentada.

Percebe-se, a partir da análise dos diálogos sobre esse trecho do vídeo, que os estudantes construíram diferentes possibilidades para o que estava sendo espalhado pelo trator e, alguns deles sustentaram sua ideia inicial; outros, mudaram suas percepções à medida que as discussões transcorreram. Isso nos mostra o quanto a abordagem de EI pode contribuir positivamente na construção de conceitos ao longo das discussões que ocorrem em sala de aula.

A seguir apresentamos um extrato (Quadro 7) das interações discursivas ocorridas ainda na etapa 2 sobre os episódios de florações de algas e suas consequências para a flora do ambiente.

Turnos	Falas transcritas	IAC
61	**P**: Ok! Pessoal, vocês devem ter observado que naquele primeiro vídeo (vídeo 1) que mostrei para vocês a água estava completamente verde o que caracteriza um processo chamada de floração ou *bloom* de algas. Então me respondam! E por que durantes as florações de algas ocorre uma redução do oxigênio dissolvido na água?	
[...]		
65	**E12**: Ocorre por causa dos nutrientes na água. Quando tem muitos alimentos na água para as algas, elas aumentam muito.	Expl. e J
66	**P**: Será que é isso mesmo pessoal?	
67	**AE**: Sim professor.	
68	**E10**: Professor durante as florações ocorre uma redução do oxigênio na água, porque as algas consomem esse oxigênio e não sobra oxigênio para os outros seres vivos que estão ali.	Expl., J, AI e Arg.
69	**P**: Vocês concordam com isso?	
70	**AE**: Sim.	
71	**P**: Em corpos d’água eutrofizados, quais são as consequências da queda na concentração do oxigênio dissolvido na água para a biota, peixes por exemplo?	
72	**E7**: Os indivíduos morrem por falta de oxigênio. Eles não conseguem respirar e morrem.	Expl. e J
73	**P**: Como a morte de seres vivos da biota de um ambiente eutrofizado leva à morte de outros seres vivos?	
74	**E10**: Porque as algas ajudavam a produzir oxigênio e morreram e diminuíram.	Expl.
75	**P**: E as bactérias tinham alguma relação?	
76	**E10**: As bactérias consumiram o oxigênio.	Expl.
77	**P**: Se as cianobactérias realizam fotossíntese, e assim produzem oxigênio, como a morte dos peixes pode estar associada a elas?	
78	**E12**: Porque elas bloquearam a passagem de oxigênio.	Expl.

Turnos	Falas transcritas	IAC
79	**P**: Mas elas produzem oxigênio E12.	
80	**E6**: À medida que aumenta a quantidade de algas elas vão consumindo mais oxigênio e isso reduz o oxigênio na água.	Expl., J e OI
81	**P:** Ótimo pessoal! Até a próxima!	

Quadro 6 – Extrato dos diálogos ocorridos na etapa 2: conteúdo do vídeo 2

Fonte: elaborado pelo autor como os dados da pesquisa.

Neste estrato verificamos que o indicador explicação aparece em todas as falas dos estudantes. Também há grande ocorrência do indicador justificativa. Tal constatação pode ser um indicativo de que os discentes já tinham uma boa compreensão em relação ao que estava sendo discutido neste momento da aula. Por exemplo, nos turnos 65, 68, 72 e 80, os discentes manifestaram aqueles dois indicadores.

Essa constatação é respaldada por Silva e Lorenzetti (2020) ao sustentarem que indicadores como justificativa, previsão e explicação são utilizados pelos estudantes, quando eles já estão familiarizados com o que está sendo trabalhado, e já conseguem fazer uma análise mais consciente das variáveis envolvidas no fenômeno estudado além de investigar as relações capazes de descrever diferentes situações para aquele contexto específico ou outros correspondentes.

Dessa forma, pode-se afirmar que os estudantes manifestaram o domínio epistêmico em sala de aula, ao passo em que eles se utilizaram de diferentes argumentos para explicar e justificar duas perguntas a eles apresentadas: *por que durante uma floração de algas ocorre uma queda no nível de O_2 dissolvido na água?* e *quais são as consequências da queda na concentração do oxigênio dissolvido na água para a biota?* Fica evidente, portanto, que os discentes se apoiaram em critérios semelhantes àqueles usados no fazer científico, explicando e/ou justificando os fenômenos de diferentes formas, mas, usando evidência para construir essas alegações (FRANCO; MUNFORD, 2020). Vejamos o turno 72 com a fala de E7:

> “Os indivíduos morrem por falta de oxigênio. Eles não conseguem respirar e morrem.”

Nesta fala de E7, percebemos que diante de diferentes formas possíveis para explicar quais as consequências da redução do oxigênio na água para os seres vivos que ali habitam, ela mobiliza um dado anteriormente coletado para sustentar sua afirmação: “*Os indivíduos morrem por falta de oxigênio...”* Esse tipo de engajamento em práticas referentes ao domínio epistêmico do fazer científico onde se justifica o “por que se sabe o que se diz saber”, demanda uma avaliação das fontes de dados (SILVEIRA; MUNFORD, 2020) que, neste caso, formam os vídeos exibidos e as discussões acontecidas em sala de aula.

Assim como o domínio epistêmico, o domínio conceitual também está presente nas argumentações apresentadas neste extrato pelos estudantes. Por exemplo, E6, no turno 80 mostra esse domínio quando afirma que:

> "À medida que aumenta a quantidade de algas elas vão consumindo mais oxigênio e isso reduz o oxigênio na água."

Visto que o domínio conceitual "envolveu saber e utilizar conhecimentos" (FRANCO; MUNFORD, 2020), ele fica evidenciado nesta fala de E6, haja visto que ele envolveu a utilização das estruturas conceituais e os processos cognitivos para construir o raciocínio científico, observa-se que na fala de E6, ele(a) manifesta tal domínio pois, consegue estabelecer uma relação lógica e clara das variáveis para **Exp**. e **J** sua resposta.

No trecho da fala: *"À medida que aumenta a quantidade de algas elas vão consumindo mais oxigênio...",* E6 traz uma **J** para sustentar a explicação dada sobre a redução de oxigênio na água. É possível identificar também nesta fala do estudante o indicador **OI**, pois, toda ela demonstra a ordenação de informações novas ou que já foram trabalhadas anteriormente nesta SEI, de forma a relembrá-las para **Exp**. a situação em análise.

Além dos IAC explicação e justificativa, E10 evidenciou os indicadores argumentação e articulação de ideias na sua fala do turno 67.

> "Professor durante as florações ocorre uma redução do oxigênio na água, porque as algas consomem esse oxigênio e não sobra oxigênio para os outros seres vivos que estão ali."

No extrato *"...durante as florações ocorre uma redução do oxigênio na água"* identifica-se uma **Exp**. para o que ocorre com o O_2 durante um episódio de floração de algas. Já no trecho *"...porque as algas consomem esse oxigênio..."*, ela justifica a redução do oxigênio dissolvido na água devido ao *bloom* de algas ocorrido naquele ecossistema. Neste outro fragmento da fala de E10 *"...porque as algas consomem esse oxigênio e não sobra oxigênio para os outros seres vivos que estão ali.",* identificamos o indicador **Arg**., pois E10 defende uma ideia: a de que não sobrará O_2 na água para as demais espécies vivas que habitam aquele corpo d'água. Também é evidente a **AI** nesta declaração da estudante.

Dentro da perspectiva do EI, as práticas de coleta, organização e análise de informações quando realizadas com o objetivo de propor explicações e realizar ações de avaliação dos processos que estão sendo realizados, seriam constantemente acompanhadas de discussões, onde a prática de argumentação sobre as ideias que são elaboradas "tem função dupla de apresentar as ideias e de contribuir para fundamentação, análise e legitimação delas" (CARVALHO, SASSERON, 2018).

Já o uso dos IAC justificativa, previsão e explicação em uma afirmação traduz a análise completa de um problema investigado, pois, esses indicadores estão fortemente

interligados (PAZ, AVILA JUNIOR, LEAL, 2019) e mostra que os estudantes carregam um conhecimento mais amplo sobre o que está sendo investigado. Além do mais, quando os estudantes constroem respostas que expressam esses três indicadores simultaneamente, eles constroem ideias que deixam claros padrões comportamentais que podem ser empregados em outros cenários (PAZ, AVILA JUNIOR, LEAL, 2019).

A **AI** também foi identificado na fala de E10. Esse é um indicador que está relacionado diretamente com a promoção da organização de informações. Para Pizarro e Andrade (2021), a articulação de ideias representa um importante fator nas relações sociais, pois, é através dela que fazemo-nos entender na vida em sociedade e, para isso, não basta apenas associar informações, é necessário saber confrontá-las e apresentá-las de uma forma que quem as receba consiga compreender a mensagem contida nelas, ou seja, elas precisam ser apresentadas com base em argumentos lógicos (PIZARRO; ANDRADE, 2021).

Finalizamos dizendo que o ato de argumentar é, portanto, algo que fazemos desde crianças e que começamos a aprender como fazer ainda na infância, carregando por toda a vida, já que a argumentação tem o importante papel social na vida humana (PIZARRO; ANDRADE, 2021).

BUSCANDO RESPOSTAS PARA OS PROBLEMAS: PARTE 2

No início desta tapa o professor faz uma apresentação em *PowerPoint* das fotografias que mostravam os resultados do experimento realizado por um dos grupos de estudantes como também algumas fotografias das algas que forma observadas e fotografadas pelos discentes durante a aula de microscopia ocorrida na segunda aula da etapa 2.

Após essa exposição e discussão das fotografias, foi então trabalhado, em sala de aula a respiração dos peixes. Para a abordagem desse conteúdo foram utilizados quatro infográficos; dois que mostram a estrutura branquial de um peixe ósseo; um que representa o fluxo da água da boca até ser eliminada após banhar as brânquias e o O_2 dissolvido na água se difundir para os vasos sanguíneos (Anexo I).

Além dos infográficos, foram utilizados dois trechos de vídeos, o vídeo 3[9], que mostra alguns peixes tentando respirar na superfície da colona d'água e o outro, o vídeo 4[10], que simula o comportamento dos peixes quando a concentração de O_2 dissolvido na água cai. O vídeo 3, com duração aproximada de 10s é o fragmento de uma reportagem de 2min45s apresentada no telejornal da Rede Globo de televisão, Globo Rural, em 16 de junho de 2016.

Assim como o vídeo 3, o 4, com duração aproximada de 46s, também é parte de

9. https://www.youtube.com/watch?v=a8tsiYjxbBc
10. https://www.youtube.com/watch?v=D8RDLu-4VJs

uma reportagem de 6min15s que foi exibida no mesmo telejornal no dia 11 de agosto de 2015.

O propósito da edição dos dois vídeos das reportagens foi eliminar partes deles que não eram de interesse, pois, abordavam conteúdo fora do contexto do que estava sendo trabalhado em sala de aula. Com isso, houve também uma redução significativa do tempo de duração dos dois vídeos apresentadas à turma.

Na parte final da aula, foram projetadas, para a turmas duas figuras[11] de aeradores (Anexo I) em funcionamento, aparentemente dentro de viveiros de aquicultura.

A seguir, apresentamos no Quadro 7 alguns extratos das discussões que sucedem, em sala de aula, durante esta etapa da implementação da SEI. Nele, são identificados IAC que ficaram explícitos nas falas dos estudantes e, que mostram o entendimento construído por eles sobre diferentes aspectos do conteúdo discutido.

Turnos	Falas transcritas	IAC
7	**P**: Pessoal observem a cor da água nos tubos de ensaio (tubetes) e tentem associar aquelas com aquelas cores ali (da legenda). Qual é a interpretação que podemos fazer?	
	[...]	
10	**E7**: Professor acho que quanto mais nutrientes tem na água, terá menos oxigênio nela.	LH e P
11	**P**: E por que E7?	
12	**E7**: Lá no vídeo mostrava que era porque as algas consumiam o oxigênio.	Expl., I
13	**E9**: E7, acho que não eram as algas não, eram as bactérias.	P
14	**E7**: Era isso mesmo E9.	
	[...]	
21	**P**: O que foi que essas bactérias fizeram com a ração?	
22	**E12**: As bactérias estão usando os nutrientes da ração para se alimentar.	LH
23	**P**: E então o que acontece com o oxigênio que tem na água durante a decomposição da ração?	
24	**E7**: Durante a decomposição o oxigênio vai acabar porque as bactérias usam esse oxigênio para fazer a decomposição da ração.	TH, Expl., J, AI, Arg.
25	**P**: E isso vai fazer o que com a cor da água aqui? (referindo-se à cor da solução do experimento).	
26	**E7**: A água vai ficar mais clara, transparente.	Expl.
27	**P**: Aqui tem mais oxigênio que aqui? (professor compara, pelas fotografias, dois momentos distintos do experimento, apontando para a que foi tirada logo depois do preparo e outra tirada após passarem-se 24h do início do experimento).	

11. **As imagens podem ser acessadas nos seguintes endereços:**
https://www.trevisan.ind.br/aerador-pas
https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1485872/tecnica-utilizada-na-criacao-de-tambaqui-permite-aumento-de-produtividade

Turnos	Falas transcritas	IAC
28	**E9**: No momento em que o experimento foi preparado tem mais oxigênio dissolvido na água do que no final do experimento, onde a água está mais transparente.	Expl.
29	**P**: Aqui tem menos oxigênio do que lá? (aponta para o tubete com a solução transparente ao final do experimento).	
30	**E9:** Sim.	
31	**P**: Por quê?	
32	**E9**: Ficou transparente porque tem menos oxigênio. No outro tubo de ensaio (tubete) continua azul porque o oxigênio não foi consumido.	Expl., J, RL

Quadro 7 - Transcrição dos diálogos ocorridos na 3ª etapa: resultado do experimento

Fonte: elaborado pelo autor como os dados da pesquisa.

Neste episódio o professor e os estudantes tecem uma discussão sobre o resultado do experimento que foi apresentado por um dos dois grupos. Neste episódio, foi possível constatar que a partir de uma pergunta exploratória feita pelo professor no turno 7, sobre a depleção de O_2 no ambiente onde acontece a decomposição da matérias orgânica, processo esse representado pelo experimento denominado de “experimento do azul de metileno”, E7 propõem (turno 10) uma resposta onde foram identificar o **LH** e a **P**. Para Machado e Sasseron (2012), as perguntas exploratórias são importantes nas salas de aula porque buscam a concretização do aprendizado na situação investigada e permitem ao estudante, rever o passo a passo de como resolveu o(s) problema(as) proposto(s) alvo da investigação. Essas especialistas afirmam ainda, que as perguntas exploratórias,

> podem demandar hipóteses, justificativas, explicações, conclusões como forma de sistematizar seu pensamento na emissão de uma enunciação própria. Buscam concretizar o aprendizado na situação proposta. Fazem com que o aluno reveja o processo pelo qual ele resolveu o problema, elucide seus passos (MACHADO; SASSERON, 2012).

Vajamos a referida fala de E7.

> “Professor acho que quanto mais nutrientes tem na água, terá menos oxigênio nela.”

Nesta proposição do(a) estudante fica evidente o **LH** quando ele(a) afirma que: “... *quanto mais nutrientes tem na água, terá menos oxigênio nela”*. Ali, E7 conjectura sobre a relação entre a quantidade de nutrientes no ambiente e a concentração de O_2 dissolvido nele. Também é identificado, neste mesmo turno de fala uma **P**, que pode ser caracterizada pelo uso da palavra *acho* no trecho. Esse indicador, assim como a justificativa e a explicação notadamente estão relacionados com a busca das relações e conexões entre variáveis que surgem “para descrever e explicar o fenômeno e suas consequências, atribuindo-lhe causas e efeitos” (SILVA; LORENZETTI, 2020).

Na fala seguinte (turno 12), E7 evidencia ainda o indicador **Exp**. e, com isso, procura deixar claro o entendimento desenvolvido sobre o que ocasiona a queda da taxa de O_2 dissolvido na água onde é encontrada grande quantidade de matéria orgânica em processo de decomposição. Naquele turno E7 afirmou:

> "Lá no vídeo mostrava que era porque as algas consumiam o oxigênio."

Além do indicador anteriormente mencionado, também foi evidenciado o indicador **Inv**., pois, o(a) estudante toma como apoio, o conhecimento adquirido em sala de aula para responder a um questionamento que a ele(a) foi apresentado durante o processo investigativo.

Durante uma investigação, o discente tenta construir explicações lógicas que sejam embasadas nas suas próprias pesquisas (PIZARRO; LOPES JUNIOR, 2015), o que foi posto quando E7 fez referência ao vídeo como a fonte pesquisada, onde obteve as evidências para tecer aquela conclusão. Isso qualifica o enunciado de E7 como investigativo, embora seja identificado certo equívoco científico nele, visto que E7 se refere às algas como as consumidoras de O_2 durante o processo de decomposição da matéria orgânica, quando na verdade são bactérias aeróbias que o fazem.

Ainda no decorrer das discussões sobre o resultado do experimento, no turno 24, E7 apresenta a seguinte afirmação:

> "Durante a decomposição o oxigênio vai acabar porque as bactérias usam esse oxigênio para fazer a decomposição da ração."

Com esta fala, E7 apresenta uma **Exp**. que vem acompanhada de **Arg**. e **J**, ao apresenta e descreve os fatores que estão envolvidos na queda do O_2 dissolvido na água. Nas concepções de Silva e Lorenzetti (2020), o indicador explicação pode revelar as relações que são construídas ao longo de um posicionamento e, aqueles elementos que surgem associados dentro do argumento, como a justificativa e previsão asseguram à explicação maior validade e autenticidade (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Veja ainda que para a construção daquela explicação, a partir de uma solicitação apresentada pelo professor (turno 23), E7 recorre a conhecimentos construídos no decorrer da aula, trazendo para sua fala garantia ou segurança ao que foi dito. Dessa forma, o(a) estudante provou o seu ponto de vista, conferindo mais clareza e sentido à sua alegação (FERRAZ; SASSERON, 2017).

Além dos indicadores explicação, justificar e argumentar, E7 também traz nesta proposição a **AI**, pois, pode-se verificar uma organização coesa das ideias e sentidos apresentados na explicação. Para Pizzaro e Andrade (2021), durante as discussões, as informações que se interrelacionam precisam ser apresentadas de forma clara para que a mensagem nelas contidas seja compreendida. O **TH** foi outro indicador identificado na

fala, pois, E7 pôs à prova uma suposição anteriormente levantada no turno 8 quando fez a seguinte conjectura: *"Professor acho que quanto mais nutrientes tem na água, terá menos oxigênio nela."*

Na proposição de E9 apresentada no fragmento 30, quando ele(a) anuncia:

> "Ficou transparente porque tem menos oxigênio. No outro tubo de ensaio (tubete) continua azul porque o oxigênio não foi consumido."

Percebemos que o(a) estudante apresenta uma resposta na qual foram identificados além dos IAC **Exp**. e **J**, os indicadores **RL** e **OI**. O raciocínio lógico manifesta-se quando o(a) estudante constrói uma linha clara de raciocínio dentro do seu entendimento sobre a situação em análise e, estabelece corretamente a relação entre as variáveis em análise, ou seja, as causas que levam à queda na taxa de O_2 dissolvido na água. Segundo Pontes (2019), o raciocínio lógico, traz de forma implícita a maneira de pensar e de argumentar que representam a sequência de argumentos utilizados para explicar como se chegou numa dada conclusão.

Turnos	Falas transcritas	IAC
34	**P**: Pessoal vamos mudar de assunto agora! Aqui são algumas fotografias que fizemos durante aquela aula de microscopia que tivemos. Acho que aqui dá para todos observarem melhor o aspecto das algas que foram visualizadas ao microscópio. Me respondam pessoal, qual a cor predominante dessas algas?	
35	**E7**: Amarelo.	LH
36	**E2**: Dourado.	LH
37	**E3**: Verde professor.	LH
38	**E5**: Verde.	LH
39	**E2**: É verde.	LH
40	**P**: Lembram da última pergunta que fiz para vocês ontem? Por que durante uma floração de algas a água fica verde?	
41	**E7**: Professor, acho que é por causa da grande concentração de algas na água.	LH
42	**P**: Será isso mesmo que E7 falou pessoal?	
43	**E9**: Concordo com E7 professor, é a quantidade muito alta de algas na água.	LH
44	**P**: E os demais o que acham? Acham que poderia ser outra coisa? Vamos continuar nossa conversa! E por que a cor das algas é verde? Alguém sabe responder?	
45	**E4**: Por causa da água.	
46	**P**: Será! Tem alguma relação?	
47	**E12**: Não acho que é isso não.	
48	**P**: E seria por quê E12?	
49	**E10**: Não pode ser por causa da água, porque a água só fica verde por causa da grande quantidade de algas.	Expl., RL

Turnos	Falas transcritas	IAC
50	**E6**: Acho que é isso que a E10 falou mesmo.	
[...]		
69	**E12**: Professor então elas (as clorofíceas) poderiam ter a cor amarelada como foi visto nas fotos da microscopia, pois tem esse outro pigmento amarelo.	RL, RP, Prb.
[...]		
73	**P**: Na opinião de vocês pode existir alguma relação entre as algas e a cor da água do rio Tietê mostrada no vídeo?	
74	**E10**: Por causa da presença de grande quantidade de algas verdes na água.	Expl.
75	**P**: Ótimo pessoal.	

Quadro 8 - Transcrição dos diálogos ocorridos na etapa 3: fotografias das algas

Fonte: elaborado pelo autor como os dados da pesquisa.

Mediante a análise das falas do professor e dos estudantes (Quadro 5.8) que aconteceram durante a exposição fotográfica das algas visualizadas na aula de microscopia, observa-se que o professor faz duas retomadas de problemas já abordados anteriormente. No turno 40 ele resgata uma questão já lançada anteriormente para a turma sem sucesso: *Por que durante uma floração de algas a água fica verde?*

Suart e Marcondes (2018), defendem que durante a realização de atividades embasadas pelo viés investigativo, os momentos de retomadas de questões ou conceitos chaves são importantes, visto que eles dão condições para que os estudantes reflitam e teçam críticas sobre o contexto da situação em análise, o que permite a coleta e a comparação de dados, a formulação de hipóteses e a proposição de deduções que respondam o problema.

Além da retomada feita pelo professor através da reapresentação daquela questão anteriormente apresentada aos estudantes, neste episódio também é possível identificar alguns IAC, que são evidenciados na tentativa de responder àquelas questões. Por exemplo, quando E7 emite a resposta apresentada abaixo para a seguinte interrogação feita pelo docente: *Por que durante uma floração de algas a água fica verde?*

"Professor, acho que é por causa da grande concentração de algas na água."

Nesta resposta, evidencia-se o **LH**. Entretanto, o(a) estudante ainda não mostra convicção sobre o que afirma, já que fez uso do verbo *acho* no presente do indicativo, usado com o sentido de *"talvez"*, para dizer que pode ser que a "*grande concentração de algas na água*" é o que faz com que ela fique verde durante um episódio de floração. Sendo assim, E7 mostra sua falta de segurança sobre a resposta apresentada, mas, isso absolutamente não invalida a hipótese apresentada.

Neste mesmo excerto também foi identificado a presença de dois IAC que ainda não

haviam sido manifestados nas falas dos estudantes nas etapas anteriores; o **RP** e o **Inv**. Eles estão presentes na fala de E12, disposto no turno 37.

Observe a seguir a referida fala de E12:

> "Professor então elas (as clorofíceas) poderiam ter a cor amarelada como foi visto nas fotos da microscopia, pois tem esse outro pigmento amarelo."

No argumento apresentado pelo(a) estudante para dizer que as microalgas clorofíceas observadas e fotografadas na aula de microscopia podem ter coloração mais próxima do amarelo ao invés de verde, visto que também podem apresentar, além das clorofilas a e b, que são verdes, os carotenoides como pigmentos fotossintéticos que podem conferir a elas uma cor alaranjada. Assim, E12 utiliza-se de um argumento coeso que traz em si certa compreensão em relação aos pigmentos encontrados nas clorofíceas e sua relação com as cores dessas algas. Ainda nesta fala, E12 nos mostra o **RL**, uma vez que deixa explícito nessa assertiva, sua percepção em relação à interdependência existente entre duas variáveis: o tipo de pigmento presente nas clorofíceas e a cor delas.

Nesta mesma afirmativa, E12 também faz uso de um conhecimento adquirido durante as pesquisas que fez no decorrer das aulas para tentar responder, de forma coerente, uma pergunta feita pelo professor no 1º turno de fala deste episódio. Dessa forma, E12 evidencia o indicador **Inv**.

Buscando respostas para os problemas: parte 3

Nesta segunda aula da etapa 3 da SEI, aconteceram algumas discussões sobre o processo de respiração dos peixes. Para esta abordagem foram utilizados os seguintes recursos didáticos: infográficos, vídeos e texto.

Ao todo foram coletados 78 turnos de falas dos quais foi selecionado um episódio (Quadro 9) com algumas dessas falas, analisadas e discutidas a seguir.

Turnos	Falas transcritas	IAC
43	**P**: E por que o peixe estava lá no fundo e subiu (isso é mostrado no vídeo)?	
44	Vários alunos falam ao mesmo tempo.	
45	**P**: Calma! Calma! Calma! Calma pessoal! Vamos aqui! Por que foi E1?	
46	**E1**: Porque está muito fraco de ar no fundo.	LH
47	**E9**: No fundo está fraco de oxigênio e ele subiu porque lá em cima tem mais oxigênio.	LH, Expl. e J
48	**E12**: O peixe subiu porque lá embaixo tinha pouco oxigênio e lá em cima tinha mais oxigênio.	Expl. e J
49	**P**: Mais alguém concorda com a resposta de E12? Foi por isso mesmo que o peixe subiu?	

Turnos	Falas transcritas	IAC
50	**AE**: Sim professor.	
51	**P**: E por que lá em cima tem mais oxigênio do que em baixo (no fundo)? Pensem aí! Vamos lá! Como é que a água é oxigenada? De onde vem o oxigênio para dentro d'água?	
52	**E4**: Da claridade do Sol.	LH
53	**P**: Será que é isso mesmo E4?	
54	**AE**: É não.	
55	**P**: E8 vem de onde?	
56	**E8**: Não sei.	
57	**E12**: Das trocas gasosas. Do movimento da água também.	LH
58	**E7**: Vem do ar.	LH
59	**P**: E como é que esse oxigênio penetra na água? Pessoal, ajudem, pensem!	
60	**E12**: É do Sol.	LH
61	**E10**: É das algas.	LH
62	**P**: Como é pessoal? Ensino por investigação é isso. Vamos lá! Vocês estão muito bem.	
63	**E7**: Da movimentação da água.	LH
64	**P**: E como essa movimentação acontece E7?	
65	**E7**: O ar.	
66	**E10**: Ele (o oxigênio) vai para a água através do vento.	LH
67	**E12**: Em dias pouco ventilados não movimenta a água e o oxigênio fica mais concentrado lá em cima da d'água.	LH, RL, Expl., J

Quadro 9 - Transcrição dos diálogos ocorridos na etapa 3: respiração dos peixes

Fonte: elaborado pelo autor com os dados da pesquisa.

Neste extrato que traz algumas discussões sobre a respiração dos peixes, o professor instiga os estudantes, através de perguntas norteadoras, a criarem explicações e justificativas que estabelecessem relações entre o conhecimento científico adquiridos em sala de aula e os prévios.

Na construção dessas explicações e justificativas é importante que os estudantes façam uso da linguagem científica ao invés da coloquial, pois, dessa forma evidenciam um avanço quanto ao processo de Alfabetização Científica.

Nos turnos 46 e 47 foi observado que E1 e E9 fazem uso da linguagem coloquial nas suas explanações. Nas duas falas desses estudantes, há a utilização do vocábulo "fraco" no sentido de pouco, o que nos mostra o uso desse tipo de linguagem, podendo tornar suas falas mal compreendidas por outras pessoas. Observe o uso do referido vocábulo nas falas dos dois estudantes.

> E1: "Porque está muito fraco de ar no fundo."
>
> E9: "No fundo está fraco de oxigênio e ele subiu porque lá em cima tem mais

oxigênio."

Neste momento, as orientações dadas pelo professor são fundamentais e devem levar em conta tanto as especificidades de cada estudante como o nível de ensino no qual aquela prática está sendo vivenciada, pois, dessa forma poderá haver uma aproximação desses estudantes com a linguagem científica visto que, para eles(as), o professor é um detentor do conhecimento científico, o qual merece credibilidade para esta orientação (WENZEL; COLPO, 2018).

Na proposição de E9, foi identificada a presença do IAC **LH** e na de E7, uma **Exp**. acompanhada de **J**, como forma de conferir uma garantia à explicação apresentada na oração.

Na sequência, no turno 48, E12 parece discordar com o termo "*fraco*", utilizado por E1 e E9 e emite a seguinte declaração: *"O peixe subiu porque lá embaixo tinha pouco oxigênio e lá em cima tinha mais oxigênio".* Perceba que E12 faz uso do vocábulo "*pouco*" em vez do termo "*fraco*", o que pode demonstrar, que ao menos com relação ao que está sendo discutido naquele instante, ele(a) possui um melhor domínio do uso de temos da linguagem formal em relação a E1 e E9.

Outro ponto interessante também observado neste episódio foi quanto às diferentes hipóteses formuladas para a seguinte questão norteadora: *"De onde vem o oxigênio para dentro d'água?",* apresentada pelo professor à turma no turno 51. Ao todo, foram oito diferentes hipóteses apresentadas pelos estudantes para essa questão (turnos 52, 57, 58, 60, 61, 63, 65 e 66). Mesmo que as hipóteses apresentadas por alguns estudantes não respondessem corretamente à pergunta, este fato não poderia ser considerado para desqualificar a contribuição desses discentes, pois, o "erro" sempre fez parte do processo de aprendizagem.

Neste sentido, precisamos mudar nossa concepção sobre o erro, ao passo em que corriqueiramente ele é visto como algo negativo pela sociedade que o condena (CAPELASSI; CUSTÓDIO, 2020). Na verdade, o erro pode ser usado como base para a busca de solução de problemas e, sua superação, na medida em que são conhecidas as suas origens e como são constituídos para que, nas condições de sala de aula, aprendamos a conviver com ele de forma que os estudantes o vejam como ponto de partida para aprendizagens e apropriação do conhecimento (CAPELASSI; CUSTÓDIO, 2020).

Ainda com relação ao episódio em análise, é possível perceber, que E12 (turnos 57 e 60) e E7 (turnos 58 e 63) emitem diferentes hipóteses para uma mesma questão, tornando claras as suas mudanças de percepção ao longo do processo investigativo.

No fragmento 67, na fala de E12, verifica-se a presença dos IAC explicação, justificativa e raciocínio lógico. Observe a seguir a transcrição do referido fragmento, em que E12 propôs que:

“Em dias pouco ventilados não movimenta a água e o oxigênio fica mais concentrado lá em cima da d’água.”

Verifica-se no trecho que este argumento de E12 é construído da seguinte forma: primeiro E12 **LH** quando afirmar que: “*Em dias pouco ventilados não movimenta a água...”*. Logo depois, apresenta uma **Exp.** para a hipótese apresentada: “...*o oxigênio fica mais concentrado lá em cima da d’água”*, ou seja, para ele(a), em dias com pouca ventilação o oxigênio fica mais concentrado nas camadas mais superficiais do corpo d’água, visto que ali ocorre uma maior movimentação da massa d’água.

Também está subentendido nesta mesma fala o indicador **J**, que atribui certa confiabilidade e garantias ao que foi dito pelo(a) estudante. O **RL** é outro indicador presente neste pensamento exposto pelo(a) estudante, já que apresenta uma estruturação lógica e coesa do pensamento construído e apresentado.

SOCIALIZANDO EXPERIÊNCIAS

A seguir, será feita uma análise dos dados que faram coletados durante a 4ª etapa de implementação da SEI, nomeada “Socializando experiências”. Nesta etapa, os estudantes compartilharam com os colegas de turma as suas respostas para as duas questões problemas da SEI e o professor tentou encontrar evidências de que eles realmente tinham as “respostas certas” para aquelas questões.

No Quadro 10 adiante, está o excerto com a transcrição das falas do docente e dos discentes, bem como a identificação dos IAC presentes nas falas destes.

Turnos	Falas transcritas	IAC
11	**P**: E *Qual(is) a(s) causa(as) mais provável(is) da mortandade dos peixes no rio Tietê*?	
12	**P**: Calma pessoal! Vamos devagar. Fala E12.	
13	**E12**: Por causa das algas que estão consumindo o O_2 da água.	Expl.
14	**E10**: As algas estão proliferando e consumindo todo o O_2 da água.	Expl.
15	**P**: Pessoal vamos pensar um pouco! Mas aquelas algas não são verdes por que elas possuem a clorofila que participa da fotossíntese. Como é que são essas algas que estão consumindo o O_2 da água?	
16	**E7**: Professor as algas em excesso consomem todo o oxigênio da água.	Expl.
17	**P**: Será E7? Sei não! Então! O que acontece com a luz do Sol quando forma aquela camada de algas na superfície da água?	
18	**E12**: A luz não entra na água.	LH
19	**P**: E o que acontece com as plantas e as algas que estão no fundo?	
20	**AE**: Elas morrem.	LH
21	**P**: E depois de mortas o que acontece com elas?	

Turnos	Falas transcritas	IAC
22	**E9**: Subiram para a superfície.	LH
23	**P**: Só isso E9? Não aconteceu mais nada turma? Projeta novamente para a turma o vídeo que mostra as bactérias decompondo as organismos que morreram por falta de luz solar.	
24	**E12**: Ah professor, agora sim! As bactérias estão consumindo (decompondo) as algas e as plantas que morreram.	Expl.
25	**P**: O que mais E12?	
26	**E12**: Elas (as bactérias) pegam o O_2 e produzem esse CO_2 e isso faz os peixes morrerem.	J, Expl.
27	**E7**: E observei que as algas do fundo morrem por falta de luz solar, depois as bactérias consomem elas e usam o O_2. Por isso os peixes morrem, por fala de O_2. É isso!	Expl., J, RL, AI

Quadro 10 - Transcrição das falas passadas durante a etapa de socializando das experiências

Fonte: elaborado pelo autor como os dados da pesquisa.

Neste recorte dos diálogos que aconteceram durante a socialização das respostas foram apresentadas algumas perguntas a diferentes questionamentos, inclusive para a questão problema 2 da SEI a seguir: *Qual(is) a(s) causa(as) mais provável(is) da mortandade dos peixes no rio Tietê?*

A análise dessas respostas mostrou que, assim como para a questão problema 1, alguns estudantes apresentaram, no decorrer das discussões, respostas pouco elaboradas (turnos 18, 20 e 22), o que deixar evidente que ainda havia uma falta de compreensão por parte desses estudantes em relação a alguns conceitos trabalhados até o momento. Nos turnos 13, 14 e 16, E12, E10 e E7, respectivamente, eles apresentam explicações pouco convincentes à mencionada questão problema. Exceções são as falas de E12, turno 26 e de E7, turno 27, quando esses(as) estudantes conseguem elaborar respostas mais detalhadas, evidenciando IAC como: explicação, justificativa, raciocínio lógico e articulação de ideias, portanto, apresentando respostas com um maior nível de aprofundamento.

Veja abaixo a citada fala de E12.

> "Elas (as bactérias) pegam o O_2 e produzem esse CO_2 e isso faz os peixes morrerem."

Logo no início de sua alegação, E12 apresenta uma **Exp**. para a pergunta apresentada pelo professor sobre a razão da morte dos peixes: "...*esse CO_2 e isso faz os peixes morrerem*". A esta explicação, do(a) estudante oferece uma garantia ao que foi dito pois foi inserida na fala uma **J**. Veja: "*Elas (as bactérias) pegam o O_2 e produzem esse CO_2...*". Avila Junior e Leal (2019) defendem a ideia de que quando o indicador explicação vem acompanhado de uma justificativa, a alegação feita apresenta subsídios que tornam a pessoa mais consistente quanto ao uso de argumentos científicos.

Em seguida, no turno 27, E7 expõe mais um argumento, no qual são identificados

diferentes IAC. Veja abaixo a referida anunciação de E7.

> "observei que as algas do fundo morrem por falta de luz solar, depois as bactérias consomem (decompõe) elas e usam o O_2. Por isso, os peixes morrem, por falta de O_2. É isso!"

Podemos perceber que todo o enunciado de E7 é constituído de uma **Exp**. para a situação analisada. Mais uma vez foi observado o indicador explicação acompanhado de uma **J** que tem como base o que o(a) estudante observou no vídeo projetado pelo professor (turno 23). A forma como E7 apresenta sua resposta, estabelecendo conexões entre as diferentes variáveis presentes da sua resposta, mostra que ele(a) também evidencia a **AI**.

Como a articulação de ideias é usada para organizar as informações, observou-se o seu uso, pois, há um encadeamento lógico das variáveis utilizadas na argumentação apresentadas por E7, quando este(a) relaciona a morte das algas do fundo à falta de O_2, o que desencadeia a queda do nível desse gás devido á decomposição das algas mortas, processo realizado pelas bactérias aeróbias, o que termina acarretando a mortandade dos peixes pela falta de oxigênio dissolvido no corpo d'água. Pode-se notar, portanto, que a capacidade de articular idéias é fundamental na construção de argumentos coerentes, o que demonstra que este indicador "é extremamente necessário para se fazer entender na vida em sociedade" (PIZARRO; ANDRADE, 2021).

Na parte final desse momento de socialização das experiências, o professor procurou, através de alguns questionamentos, indícios sobre os recursos pedagógicos utilizados pelos estudantes como referências para a construção das respostas para as duas questões problemas da SEI, o momento em que formularam essas respostas e como conseguiram construí-las.

Na Quadro 11, nos turnos 28, 33 e 39 são apresentadas tais perguntas. Já nos turnos 32, 36, 38, 40 e 41 os(as) discentes apresentam referências aos recursos materiais que serviram de suporte para que construíssem suas respostas às duas questões problemas da SEI e, no turno 41, E7 apresenta uma alegação onde afirma que o vídeo intitulado "*What is eutrophication?*" foi o material pedagógico base para a construção da sua resposta para o problema 1.

Turnos	Falas transcritas
28	**P**: Agora me respondam! Como vocês conseguiram chegar nas respostas destas perguntas? Em que momento das nossas discussões vocês construíram as respostas?
29	**E12**: Os vídeos.
30	**E7**: Formam os vídeos.
31	**P**: Só os vídeos?

Turnos	Falas transcritas
32	**E12**: Através daquele experimento também. A ração funciona como sendo matéria orgânica que vai para dentro do rio, que pode ser fertilizantes ou esgoto o que faz com que caia a concentração de O_2 na água. No experimento, o tubo de ensaio (tubete) que ficou com a água clara (transparente) representa que ali não tem O_2, que o O_2 se esgotou.
33	**P**: Mais alguma coisa pessoal que ajudou vocês a responderem as questões? Em que momento encontram respostas para a questão 1? Repete a questão.
34	**E12**: Naquele primeiro vídeo.
35	**E6**: No vídeo que mostra o trator jogando fertilizante. (ver qual a relação)
36	**E5**: Professor eu encontrei a resposta da questão 1 quando fiz a leitura daquele texto que falava das algas cloro..., não lembro a palavra não (clorofíceas). Lá dizia que elas têm a clorofila que dá cor verde para elas.
37	**P**: Quem mais?
38	**E8**: Achei a resposta da 2ª questão naquele vídeo que mostrava o esgoto caindo na água e criando aquela camada verde em cima da água. Depois a luz não entrava na água e o que estava lá no fundo morria.
39	**P**: Certo E8! E essa questão das causas mais prováveis da morte dos peixes?
40	**E9**: No vídeo que fala sobre eutrofização.
41	**E7**: Professor aqueles esquemas que o sr. apresentou onde tinha as algas que consumiam o esgoto a aumentavam e depois pegavam quase todo o oxigênio da água e os peixes morriam, ele me ajudou a responder essa questão aí (a questão problema 2). Ah! E aquele vídeo em inglês também ajudou, quando mostra as bactérias comendo (decompondo) os bichos (as algas) que morreram. Lá elas usam oxigênio e libera outra substância (gás carbônico), não lembro.

Quadro 11 - Transcrição dos diálogos da 5ª etapa: socializando experiências

Fonte: elaborado pelo autor como os dados da pesquisa.

Na construção das respostas para a questão problema 2 os estudantes utilizaram diferentes recursos para essa construção. No turno 38, E8 afirma que teve como referência para a construção da sua resposta à referida questão, o mesmo vídeo que foi citado por E7 para construir a resposta da questão 1. Além do mencionado vídeo, E7 também afirmou ter recorrido ao infográfico intitulado "*O que é eutrofização*" que fora projetado para a turma na 2ª etapa da implementação da SEI, para a elaboração da resposta da supracitada pergunta problema.

Além dos vídeos, o experimento, um dos textos e um dos infográficos expostos também serviram como base para a elaboração de respostas, pelos estudantes. No turno 32, E12 disse que o experimento o ajudou a encontrar as respostas. No turno 36, E5 afirma que um dos textos também lhe ajudou nessa busca e E7 (turno 41) afirmou ter usado um esquema (infográfico) para elaborar a resposta de uma das questões problemas.

Em todos esses casos, observa-se que os(as) estudantes apresentaram algum detalhe de como conseguiram elaborar suas respostas. Além das evidências sobre como ocorreu a elaboração das respostas, os(as) discentes também citaram o(s) material(is) que

utilizaram na buscar os dados utilizados nesta construção, sendo que os vídeos foram os mais citados pelos discentes.

Quanto a este aspecto do fazer pedagógico, percebe-se que a seleção dos recursos pedagógicos que serão utilizados em salas de aula, na abordagem de determinado conteúdo didático, representa uma das etapas mais importante no processo de ensino e aprendizagem, visto que o uso dos recursos apropriados a este fim, representa um fator facilitador e enriquecedor do processo tanto de ensino quanto da aprendizagem (SILVA *et al*., 2017). Na escolha desses recursos deve-se levar em consideração alguns fatores, como: a visão do professor sobre o recurso, a finalidade de sua utilização, em alguns casos, a disponibilidade financeira para sua aquisição e sobretudo a aceitabilidade por parte dos estudantes (SILVA *et al*., 2017).

Para Azevedo e Araújo (2020), o uso de recursos didáticos diversos é fator importante no processo educativo, pois, os estudantes gostam quando o professor usa e faz algo novo em sala, dando a eles a oportunidade de saírem e vivenciarem novos espaços e novas experiências. Avelino *et al*. (2019) afirmam ainda que variar os recursos didáticos na abordagem dos conteúdos é indispensável, porque favorece o ensino e a aprendizagem dos estudantes visto que promovem a motivação deles em relação às suas formas de aprender. Assim sendo, percebe-se a importância do uso de recursos didáticos que ajudem os estudantes a entender os conteúdos trabalhados de maneira mais dinâmica e fácil, colaborando com o processo da aprendizagem dos estudantes (NASCIMENTO; BOCCHIGLIERI, 2019).

Silva, Pereira e Arroio (2017) relatam que dentre os recursos didáticos aos quais o professor pode recorrer na hora de trabalhar determinados conteúdos, os vídeos representam uma excelente opção porque permitem fazer a exploração de determinado conteúdo de forma mais atrativa.

Outro recurso didático que também foi citado pelos estudantes para a construção de respostas foi o experimento realizado em uma das etapas da SEI. Poso, Silva e Poso (2021) nos mostram que durante a realização de um experimento escolar os discentes se aproximam do professor e até dos próprios colegas, além de demostrarem interesse em observar e participar das atividades, debatendo entre si sobre o que estar sendo observado, o que demonstra uma relação mais dialógica e aberta entre os participantes. Esse fato foi observado na turma durante a realização do experimento.

Devido à sua linguagem narrativa e ilustrativa, os infográficos também são considerados recursos pedagógicos importantes para facilitar a compreensão de um conteúdo apresentado ao leitor (DUARTE *et al*., 2020; FERNANDES; ZIROLDO, 2020). Como apresentam informações de forma ilustrativa, os infográficos abrem a oportunidade de condensação de conteúdo sem que perder sua essência além de facilitar a compreensão das informações contidas neles, contribuindo dessa forma para uma aprendizagem mais

eficiente (PINHEIRO *et al.*, 2020).

DIVULGANDO RESULTADOS

Parte dessa 5ª e última etapa da SEI foi realizada fora da sala de aulas, constituindo-se numa tarefa realizada em duplas.

Os estudantes foram orientados pelo professor a produzirem um desenho que deveria ser acompanhado de um breve resumo e que representasse o entendimento que desenvolveram durante as atividades da SEO, sobre as diferentes dimensões que envolvem o processo de eutrofização. Em sala de aula, cada dupla teve um tempo de aproximadamente 5min. para fazer a exposição do desenho produzido e, dessa forma, fizer a divulgação dos resultados alcançados durante a investigação, o que representa uma importante etapa no contexto da prática científica (LAGO; ORTEGA; MATTOS, 2019) e uma das principais ações dentro da abordagem do EI.

Ao final de cada exposição, o professor fez algumas considerações, correções e sugestões sobre o que cada dupla apresentou e, em seguida, passou a palavra para o grupo seguinte.

Abaixo, são apresentados os quatro desenhos produzidos por quatro das seis duplas. Uma das duplas que não fez o desenho alegou não ter tido tempo para confeccioná-lo e a outra disse que nenhum dos membros da dupla tinha habilidade para desenhar.

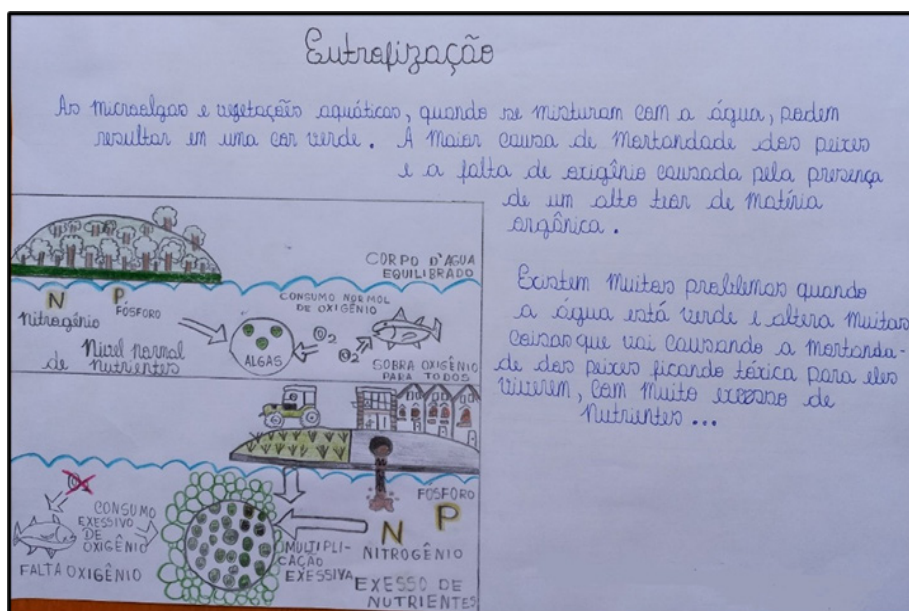



Figura 7: Representação da por E2 e E9

Fonte: dados da pesquisa.

Neste desenho, E2 e E9 representaram dois ambientes diferentes. Na parte superior, um corpo d'água em equilíbrio, onde os níveis de N e P encontram-se dentro da normalidade e, por isso, não há consumo excessivo do O_2 dissolvido a ponto de tornar inviável a sobrevivência dos peixes presentes ali. Na parte inferior, representaram um ecossistema eutrofizado, onde o lançamento de esgotos e de fertilizantes artificiais no corpo d'água causaram a elevação da concentração de N e P, desencadeando a multiplicação "excessiva" de algas que morrerão e serão decompostas por bactérias que consomem grande quantidade de O_2 dissolvido na água, comprometendo assim a sobrevivência dos peixes e outros seres aeróbios.

Durante a exposição, os estudantes apenas fizeram a leitura do resumo que vem ao lado do desenho e teceram poucas explicações sobre a sua produção, então, o professor faz alguns questionamentos à dupla. Em um desses questionamentos, o professor pergunta o porquê da concentração de O_2 diminuir no ambiente eutrofizado. E9 prontamente responde dizendo "*É porque as algas consomem ele e elas (as algas) aumentaram no ambiente porque tem muito alimento disponível para elas*".

Na parte inicial da fala de E9, ele(a) apresenta uma **Exp**. quando diz "*É porque as algas consomem ele...".* No trecho "...*elas (as algas) aumentaram no ambiente porque tem muito alimento disponível para elas",* foi identificado uma **J** para explicar o motivo do aumento do número de microalgas naquele ambiente, neste caso, ocasionada pela disponibilidade de grande quantidade de alimentos no ambiente.

Além dos dois indicadores anteriormente citados, presenciou-se ainda os indicadores **RL** e **RP** nesta fala de E9 visto que o pensamento apresentado nesta resposta pelo(a) estudante mostra a forma como as variáveis se relacionam, o que confere maior confiabilidade à resposta apresentada, ou seja, o pensamento foi construído de forma linear (MORETTI; ROCHA; SILVA, 2021).

O professor também questionou a dupla sobre o que eles entendiam como "*excesso de nutrientes*", uma expressão usada na "legenda" da figura.

E2 então afirma: *"Professor, excesso de nutrientes quer dizer que tem muito alimento na água para as algas se alimentarem e se reproduzir à vontade e isso vai causar problema de oxigênio para os outros indivíduos.*"

Observa-se neste caso, que toda a fala de E2 constitui uma **Exp**. Ele(a) também emite uma **P** ao afirmar "...*se alimentarem e se reproduzir à vontade e isso vai causar problema de oxigênio para os outros indivíduos*", pois apresentou a idéia de que determinado fenômeno vem acompanhado de certos eventos. Neste caso, E2 deixa subentendido na sua fala, que o fato de existir muitas algas no ambiente traz como consequência um problema, a queda de oxigênio dissolvido na água, que pode ter como consequências outro problema, levar a mortandade de outras espécies que habitam o ambiente.

Para Santos *et al*. (2021), o uso do indicador previsão nas falas dos estudantes também é uma forma de se posicionarem de acordo com os seus conhecimentos prévios, o que permite que permite que manifestam outros indicadores como a explicação, justificativa e argumentar, após aprofundarem-se no conteúdo.

E2 apresenta ainda o indicador **J**, pois ele(a) emite uma resposta que passa certa confiança ao que foi sugerido por ele(a). Para Azevedo e Fireman (2017), quando uma explicação vem acompanhada de indicadores como a justificativa, por exemplo, aparecem evidências de como as práticas investigativas podem favorecer a aprendizagem efetiva e o desenvolvimento da autonomia do estudante, dois aspectos muito importantes dentro do processo de aprendizagem.

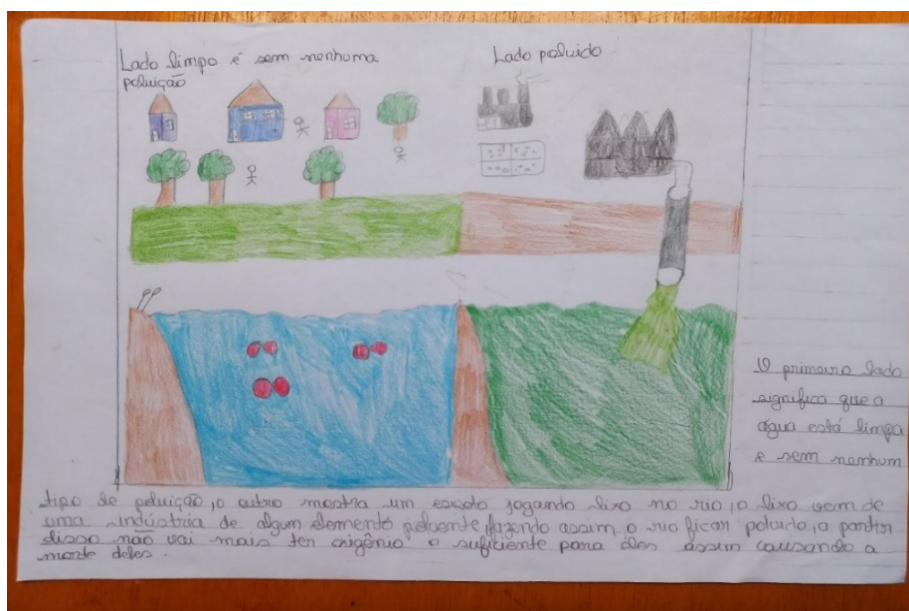



Figura 8: Representação da dupla E1 e E7

Fonte: dados da pesquisa.

Na sua divulgação de resultados, E1 e E7 apresentaram um desenho onde representaram dois cenários diferentes de um determinado ambiente. No lado esquerdo do desenho, mostraram um ambiente não poluído, onde o corpo d'água (parte inferior esquerda) apresenta-se com a água limpa (representada em azul) e, no lado direito, um ambiente que está recebendo uma descarga industrial de esgoto e, por isso, sua água apresenta-se poluída, evidenciando um estado de eutrofização (água na cor verde) daquele ambiente.

Aqui o professor questionou a dupla sobre o porquê haviam pintado a água do lado

esquerdo da figura na cor azul e do lado oposta na cor verde.

E7 então fala o seguinte: “*Professor do lado esquerdo onde a água está azul, quisemos mostrar um rio não eutrofizado e do outro lado, que está verde, mostrar a água eutrofizada por que recebeu esgoto e lixo de uma indústria*”. Complementando a reposta de E7, E1 diz ainda que “*quando a água está eutrofizada, os animais que estão no ambiente terminam perdendo a vida porque a quantidade de O_2 na água cai muito.”*

Observemos que E7 usa uma **J** ao dizer “...*do outro lado, que está verde, mostrar a água eutrofizada por que recebeu esgoto e lixo de uma indústria*”. Já na fala de E1 pode-se identificar os IAC **Exp**., **J** e **P**. Com isso, E1 constrói e apresenta um modelo explicativo que torna clara a sua compreensão do problema investigado (SASSERON; CARVALHO, 2008). E1 manifesta também a **AI** na sua fala visto que apresentou ideias lógicas, coesa e coerente na resposta apresentada. Paz, Avila Junior e Leal (2019), apresentam a ideia de que os indicadores explicação, justificativa e previsão estão fortemente entrelaçados e a manifestação conjunta deles representa uma análise mais ampla do problema em análise, já que o estudante elabora e apresenta ideias capazes de explicitar um padrão comportamental que poderá ser ampliado para outros cenários.

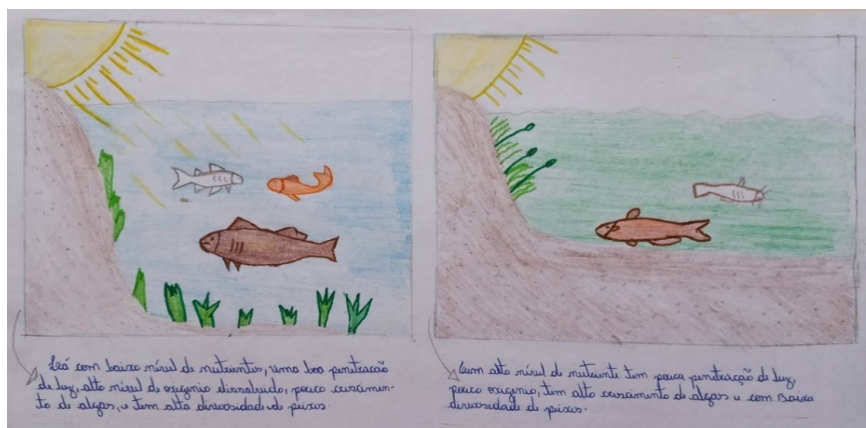



Figura 9: Representação de E8 e E12

Fonte: dados da pesquisa.

No desenho da dupla formada por E8 e E12, eles(as) trazem uma concepção diferente daquela apresentada pelas duas duplas anteriores. Neste caso, os(as) estudantes representaram, do lado esquerdo do seu desenho, um ambiente com baixo nível de nutrientes na água, muito O_2 dissolvido a pouco crescimento de algas. No lado direito, representaram um ambiente onde, em decorrência da alta concentração de nutrientes, há grande “crescimento” de algas, pouca penetração de luz solar e pouco O_2 dissolvido.

Após a exposição da dupla, o professor os(as) questionou sobre as consequências da não penetração da luz solar naquele ambiente. E12 então respondeu: "*Acho que se a luz não penetra na água os animais que vivem no fundo vão morrer por falta de* O_2*".* O uso do verbo "*acho*", no presente do indicativo, mostra que o(a) estudantes faz uso do indicador **P** sobre o que acredita acontecer com os animais que habitam a parte inferior da coluna d'água, quando a luz não alcança essa parte, que neste caso á a morte desses animais por asfixia.

O professor então tenta obter de E12 uma explicação para o fato de a luz interferir na concentração de O_2 dissolvido na água e faz a ele(a) o seguinte questionamento: "*E12 e como é que a falta de luz na água interfere na concentração de* O_2 *dissolvido na água*". E12 responde: *"Professor as algas precisam de luz para fazer a fotossíntese e é através dela que elas produzem oxigênio. Então como a falta de luz, elas não fazem a fotossíntese e vai faltar oxigênio na água para os peixes."*

Perceba que embora as algas também participem do fornecimento de O_2 para a água, esta não é a única fonte desse gás para os corpos de água. Mesmo assim, foram identificados vários IAC nesta fala de E12. Na primeira oração tem-se o **LH** e a **Exp**. Na segunda, apresenta uma **J** para a primeira, o que pode ser caracterizado como uma resposta que traz uma **Arg**., visto que ele(a) se apoia em diferentes conhecimentos adquiridas ao longo das discussões para sustentar as ideias defendidas.

Além desses, E12 também apresenta uma resposta com **AI**, que foi demonstrado através da apresentação de evidências que servem de base para a sustentação das ideias apresentadas na sua resposta, indicando certa autonomia do(a) estudante em relação ao problema apresentado (MARQUES; XAVIER, 2020).

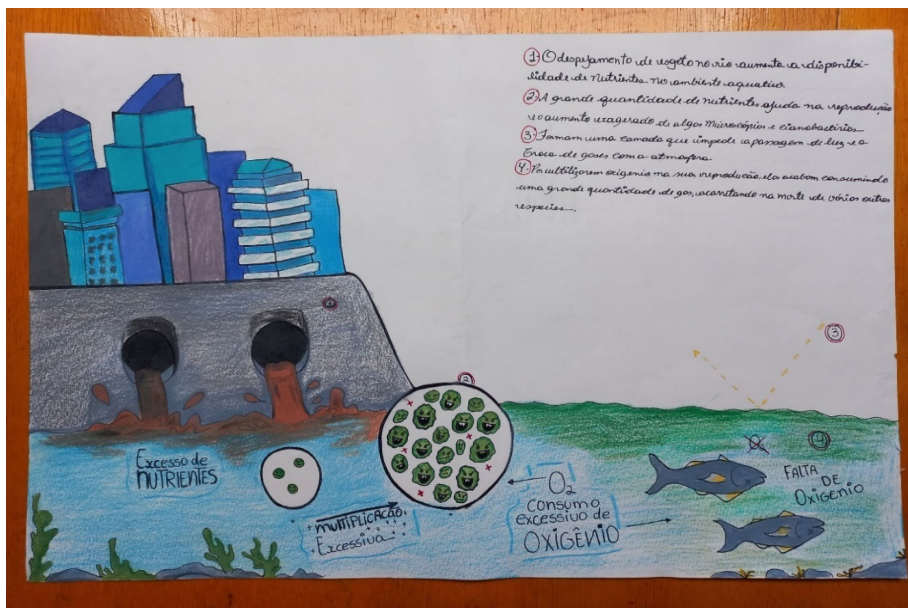



Figura 10. Representação elaborada pela dupla E4 e E11

Fonte: dados da pesquisa.

O desenho apresentado por E4 e E11 traz alguma semelhança com aquele o que foi apresentado por E2 e E9. Nele, é defendida a ideia de que muito nutriente na água promove a multiplicação rápida de algas que morreram e serão decompostas, havendo alto consumo de O_2, o que pode incidir diretamente na oferta desse gás para outros seres, os peixes por exemplo.

E4 e E11 mostram (setas pontilhadas amarelas no desenho) que a grande quantidade de algas forma uma camada na superfície da coluna d'água, impedindo a penetração de luz solar e as trocas gasosas com a atmosfera.

Durante a apresentação da dupla, E11 faz a seguinte colocação: *"Professor aqui no desenho fica claro para nós que a causa da morte dos peixes lá no Tietê é a falta do O_2 na água, pois, sem esse gás eles não conseguem respirar e terminam morrendo".* Portanto, E11 manifesta os IAC a **Exp**., **J** e **Arg**. na sua fala. Neste caso, observou-se a confirmação do que foi apresentado por Silva e Lorenzetti (2020), ao afirmarem que os indicadores justificativa, previsão e explicação geralmente são apresentados nas etapas finais das discussões sobre determinado fenômeno, porque, neste momento, os estudantes já conseguem trabalhar com diferentes variáveis envolvidas no fenômeno estudado e, consequentemente apresentando as relações que descrevem possíveis cenários para aquele contexto em análise ou outros similares.

Neste momento das discussões E7 se manifesta e pergunta ao professor se pode

falar. É dada então a oportunidade para que E7 se pronuncie e ele(a) então faz a seguinte colocação: *"A gente também pode dizer que essa cor verde que vocês representaram aí na figura nessa parte de cima da água poderia ser causada pela grande quantidade de algas, o que poderia ser uma resposta para aquela questão problema 1, não é professor?"*

O professor então diz: *"Sim E7, pode ser"*.

Forma identificados nessas falas de E11 e E7 acima o indicador **Inv**., pois, apoiaram-se em conhecimentos científicos adquiridos ao longo do processo investigativo para tentar responder às questões problemas da SEI por meio de **Exp**. claras que foram embasadas em pesquisas pessoais (PIZZARO; LOPES JUNIOR, 2015). Além desse indicador, também manifestaram a **AI**, a **OI** bem como o **RL** e **RP**. Portanto, são falas que demonstraram o processo de AC em plena construção. A mobilização desses indicadores assim como os demais, pode evidenciar que o processo de AC está em construção nos estudantes pesquisado (PAZ; AVILA JUNIOR; LEAL, 2019), já que é reconhecida como um processo permanente (PIZZARO; ANDRADE, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização dessa pesquisa com estudantes de uma escola pública localizada na zona rural e que oferece ensino noturno logo após o retorna das aulas presenciais suspensas em decorrência da pandemia de COVID-19, impôs ao pesquisador, uma séria de desafios, dentre eles: frequência irregular dos estudantes, o que levou ao desligamento de três deles da amostra final da pesquisa; o cansaço físico de alguns estudantes, decorrente da carga horária de trabalho diurno; problemas com o transporte escolar dos estudantes e dos professores; as péssimas condições do transporte escolar e das estradas por onde esse transporte circula; a demora na conclusão da implementação da SEI, em decorrência de uma campanha de vacinação ocorrida na escola e de um caso de morte de pessoa da comunidade, motivos pelos quais não aconteceram aulas em duas datas previamente programadas para a aplicação a SEI e o baixo retorno dos estudantes às aulas presenciais, apenas 50% da turma retornou às aulas presenciais, podem ter exercido algum tipo de influência sobre o resultado final da pesquisa.

Mas, mesmo com todas as limitações impostas, percebe-se que o desenvolvimento, com os estudantes, de atividades que oferecem a eles a oportunidade de refletir sobre as práticas do fazer científico podem contribuir de forma positiva, para que consigam adquirir conhecimentos.

Também pôde-se evidenciar, nas falas que os estudantes emitiram durante as discussões promovidas em sala de aula sobre a temática abordada na SEI, diferentes Indicadores da Alfabetização Científica, o que mostrou o processo de AC sendo construído e/ou consolidado. Constatou-se ainda, que as atividades desenvolvidas pelos estudantes,

ampliaram as oportunidades para que eles pudessem realizar ações que favoreceram o desenvolvimento e a manifestação desses indicadores, mesmo alguns deles não tendo sido evidenciados (**CI** e **Prb**.), ou evidenciados poucas vezes (**OI**, **RP**, **TH**, **Arg**. e **Inv**.).

Quanto à participação dos estudantes nas discussões promovidas em sala de aula, observou-se que apenas alguns deles efetivamente participaram nas diferentes etapas de implementação da SEI, sendo E7, E9, E10 e E12, os mais participativos, o que pode ser explicado, dentre outros fatores, pelo fato de alguns deles demostrarem muita timidez durante as aulas ou por estarem retornando de um período longo de isolamento social, imposto pela pandemia de COVID-19. Este é um ponto que não foi analisado nesta pesquisa e merece ser foco de novos estudos, para que se possa ter uma melhor compreensão das reais causas dessa baixa participação e para possam ser criados mecanismos capazes de estimular uma maior participação dos estudantes nesse tipo de atividade investigativa.

Vale ressaltar ainda, que alguns obstáculos foram se apresentando durante a implementação da SEI, o que é natural, principalmente em si tratando do ensino noturno. Neste caso, observou-se que alguns estudantes se mostraram cansados durante as aulas devido à carga horária de trabalho diurno, o que também pode ter contribuído para a baixa participação da turma. Além disso, muitos desses estudantes fazem o deslocamento de suas residências até a escola em ônibus escolares que não oferecem boas condições de transporte, problema esse que é agravado pelas péssimas condições das estradas, o que certamente aumenta o cansaço físico e gera um *stress* que também pode ter contribuído para que alguns estudantes não tenham participado de forma mais efetiva das atividades desenvolvidas.

Também ficou evidente que a realização de determinadas atividades como: realização de experimentos e aulas de microscopia despertam um maior interesse dos estudantes, pois, durante a realização dessas atividades, a maioria dos participantes das pesquisas envolveram-se na realização das atividades propostas, talvez porque essas atividades apresentaram alguma novidade para eles. Esse fato foi observado tanto durante a realização do experimento como no decorrer da visualização de microalgas ao microscópio óptico.

Por fim, conclui-se que quando o processo de ensino e aprendizagem é efetivado por intermédio de atividades abertas e investigativas, permitindo aos estudantes, exercer alguma autonomia durante esse processo, os ganhos cognitivos ficam evidentes, o que certamente favorece o seu processo de Alfabetização Científica.

Novos estudos sobre esse tema serão importantes para que se possa entender os alguns aspectos ainda pouco compreendido com por exemplo, que fatores podem estar relacionados à baixa taxa de participação dos estudantes neste tipo de atividade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. dos S.; GEHLENII, S. T. Organização curricular na perspectiva freire-cts: propósitos e possibilidades para a educação em ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, p. 1-24, 2019.

AMADO, A. *In*: Divulgação Científica e Discussões Acadêmicas: **Baixando a guarda: Como nós influenciamos as invasões biológicas**. Limnologia (UFRN), Rio Grande do Norte, 10 fev. 2017. Disponível em: https://limnologia.wordpress.com/. Acesso em: 14 ago. 2021.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017: informe anual**. Brasília, 2020.

ANDRADE, A. P. S.; GRZEBIELUCKAS, C. Governança hídrica: um estudo de caso em Tangará da Serra, MT, após o desabastecimento de 2016. **Interações**, v. 22, n. 3, p. 855-868, 2021.

ARAÚJO, A. F.; FERNANDES, J. P. R. de M.; ARAÚJO, J. M. A educação na contemporaneidade: entre a emancipação e o retrocesso. **Revista Brasileira de Educação**, v. 26, p. 1-23, 2021.

AVELINO, F. M.; AVELINO, C. M.; SILVA, L. C. M. FERREIRA, J. da G da C.; LIMA, M. M. de O. Jogo didático como proposta no ensino de botânica: desenvolvendo metodologia inovadora com alunos de uma escola estadual de floriano (PI). **International Journal Education and Teaching** (PDVL), v. 2, n.3, p. 1-14, 2019.

AZEVEDO, A. C.; ARAUJO, M. das D. F. Recursos didáticos alternativos como meios estimuladores de aprendizagem: reflexões a partir da experiência no residência pedagógica. **Revista Humanidades e Inovação**, v. 7, n. 8, p. 157-164, 2020.

AZEVÊDO, L. B. S.; FIREMAN, E. C. Sequência de ensino investigativa: problematizando aulas de ciências nos anos iniciais com conteúdos de eletricidade. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática** (REnCiMa), v. 8, n. 2, p. 143-161, 2017.

BARRETO, J. O.; ROCHA, I.; ATELLA, G. C.; CARVALHO, F. G.; VASCONCELLOS, M. S. A linguagem biológica de Bioshock. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GAMES E ENTRETENIMENTO DIGITAL, 18., Rio de Janeiro, **Anais** [...], Rio de Janeiro, p. 1112-1115, 2019.

BELTRÃO, M. I.; CALLADO, N. H.; SOUZA, V. C. B. The water and disease relationship: the role of sociocultural and infrastructure aspects in public health in Pão e Açucar, Alagoas. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 17, p. 1-14, 2020.

BERTOLDI, A. Alfabetização científica *versus* letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual? **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, p. 1-17, 2020.

BONISSON, S.; FERREIRA, L. B.; MENOLLI JUNIOR, N. Sequência de ensino investigativa sobre antibióticos baseada em competências e habilidades do pisa. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, n. 2, p. 231-253, 2019.

BORDALO, C. A. L. O paradoxo da água na região das águas: o caso da Amazônia brasileira. **Geousp – Espaço e Tempo**, v. 21, n. 1, p. 120-137, 2017.

BORDALO, C. A. L. Os conflitos socioambientais pelo uso da água no Brasil na perspectiva da Ecologia Política. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 1, n. 2, p. 78-110, 2019.

BRANCO, A. B. de G.; BRANCO, E. P.; ZANATTA, S. C.; NAGASHIMA, L. A. O letramento científico na BNCC: possíveis desafios para sua prática. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 15, n. 33, p. 196-215, 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília/DF: Senado Federal,1988.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília: MEC/SEB, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC/SEB/DICEI, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9394 de 1996. Brasília, 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ciências naturais/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASÍLIA. **Indicadores de qualidade: índice do estado trófico (IET)**. Agência Nacional de Águas (ANA). Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx>. Acesso em: 16 ago. 2021.

BRAUER, K. C.; FREIRE, M. M. Paulo Freire e Edgar Morin: a complementaridade de um diálogo possível. **Trabalhos em Linguística Aplicada**. v. 1, n. 60, p. 316-327, 2021.

CADONÁ. E. A.; LOURENZI, C. R.; SOUSA, E. L.; RAMPINELLI, E. C.; SANTOS, M. L.; SETE, P. B.; SOARES, C. R. F. S. Contaminação por nitrogênio e fósforo de águas destinadas ao consumo humano em região com intensa atividade suinícola. **Geociências**, v. 37, n. 4, p. 883-891, 2018.

CAPELASSI, C. F. V.; CUSTÓDIO, J. F. Contribuições de uma estratégia de tratamento de erros para a aprendizagem de estudantes de física do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 376-394, 2020.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. *In*: Carvalho, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação:** condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de física no ensino médio e a formação de professores. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 43-55, 2018.

CARVALHO, S. M. G.; PIO, P. M. A categoria da práxis em Pedagogia do Oprimido: sentidos e implicações para a educação libertadora. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 98, n. 249, p. 428-445, 2017.

CASTRO, M. M. C.; AMORIM, R.; CERDAS, L. O conceito de letramento e as práticas de alfabetização. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 15, n. 33, p. 251-270, 2018.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

CHERUBINI, K. **Você sabe o que é eutrofização?** Kids Teens, 10 fev. 2017. Disponível em: <https://ecokidsecoteens.mpba.mp.br/noticias/voce-sabe-o-que-e-eutrofizacao/>. Acesso em: 5 set. 2021.

CHIZZOTTI, A. As finalidades dos sistemas de educação brasileiros. **Revista Educação em Questão**, v. 58, n. 55, p. 1-19, 2020.

COSTA, D. G.; SALVADOR, M. A. T. Concepções de estudantes do curso de licenciatura em Ciências Biológicas acerca do ensino por investigação. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática** (REnCiMa), v. 12, n. 3, p. 1-21, 2021.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 68, p. 169-186, 2017.

DAVEL, M. A. N. Alfabetização científica ou letramento científico? Entre elos e duelos na educação científica com enfoque CTS. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 1-9, 2017.

DEL-CORSO, T. M. TRIVELATO, S. L. F. SILVA, M. B. Indicadores de Alfabetização Científica em relatórios no contexto de uma sequência de Ensino Investigativo. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis, **Anais** [...], Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 1-9, 2017.

DUARTE, A. E.; CALABRÓ, L.; LIMA, K. R. R.; KAMDEM, J. P.; BARROS, L. M.; ROCHA, J. B. T.; SOUSA, D. O. G. ferramenta de apoio pedagógico sobre o ciclo fotorrespiratório para facilitar o aprendizado. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 2, p. 710-740, 2020.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

FERNANDES, L.; ZIROLDO, B. D. O uso de infográficos de genética como recurso didático no ensino médio. **Revista Exitus**, v. 10, n. 10, p. 1-24, 2020.

FERRAZ, A. T.;SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42–60, 2017.

FERREIRA, L. S. Trabalho Pedagógico na Escola: do que se fala?. **Educação & Realidade**, v. 43, n. 2, p. 591-608, 2018.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O ensino de ciências por investigação em construção: possibilidades de articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico em sala de aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** (RBPEC), v. 20, p. 687-719, 2020.

FRAZÃO, L. da S.; GUSMÃO, M. S. dos S.; ANTUNES, E. P. Atividades experimentais investigativas e a habilidade de elaborar hipóteses na formação inicial de professores. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. 1-16, 2021.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler:** em três artigos que se completam. 51. ed. São Paulo, SP: Autores Associados, 2017.

FREITAS, N. T. A.; MARIN, F. A. D. G. Educação ambiental e água: concepções e práticas educativas em escolas municipais. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 26, n. especial, p. 234-253, 2015.

GARCIA, J. H. **Brânquias**. InfoEscola. Disponível em: <https://www.infoescola.com/peixes/branquias/>. Acesso em: 8 ago. 2021.

GARCIA, R. A. G.; ZANON, A. M. Aulas experimentais de biologia: um diálogo com professores e alunos. Instrumento: **Instrumento: Revista de Estudo e Pesquisa em Educação**, v. 23, n. 1, p. 42-62, 2021.

GATTI, B.; MENEZES, L. Educação e futuros: desafios em busca de equidade. **Revista Lusófona de Educação**, v. 52, n. 52, p. 153-167, 2021.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOERGEN, P. Educação na atualidade: novas perspectivas. **Revista Exitus**, v. 11, p. 1-24, 2021.

GOMES, V.; SANTOS, A. C. Perspectivas da alfabetização e letramento científico no Brasil: levantamento bibliométrico e opinião de profissionais da educação do ensino fundamental I. **Scientia Plena**, v. 14, n. 5, p. 1-18, 2018.

GUALTIERI, R. C. E. Dificuldades de aprendizagem e de disciplina como constitutivas da escola moderna. anotações da revista de educação nos anos 1930. **Revista Brasileira de História da Educação**, v. 21, p. 1-27, 2021.

HENNING, P. C. Resistir ao presente: tensionando heranças modernas para pensar a educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 25, n. 3, p. 763-781, 2019.

INFOPÉDIA. **Clorófitas**. Porto Editora. Disponível em: <https://www.infopedia.pt/$clorofitas>. Acesso em: 27 ago. 2021.

INOCÊNCIO, K. C.; MARTINS, C.; MESQUIDA, P. O jornal impresso, a leitura crítica e a prática libertadora de Paulo Freire. **Comunicações Piracicaba**, v. 27, n. 2, p. 161-176, 2020.

JORNAL NACIONAL. [S. I.], 2019. 1 vídeo (2:18 min). **Calor e poluição mudam aparência de um dos rios mais importantes de São Paulo**. globoplay, 22 jan. de 2019. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/7320319/>. Acesso em: 12 set. 2021.

KOHATSU, M. Y.; JESUS, T. A.; MACHADO, G.; HARADA, J. Emprego da nanoargila na remoção de ortofosfato em ensaios de bancada: contribuição para a mitigação do processo de eutrofização. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação**, v. 5, n. 1, p. 46-56, 2020.

LAGO, L.; ORTEGA, J. L.; MATTOS, C. A investigação científica-cultural como forma de superar o encapsulamento escolar: uma intervenção com base na teoria da atividade para o caso do ensino das fases da Lua. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 1, p. 239-260, 2019.

LELIS, D. A. de J.; EYNG, A. M. Educação Ambiental na perspectiva da educação em direitos humanos: reflexões para uma educação em prol da vida. **Revista Contemporânea de Educação**, v.

15, n. 33, p. 5-23, 2020.

LIMA, G. F. da C.; TORRES, M. B. R. Uma educação para o fim do mundo? Os desafios socioambientais contemporâneos e o papel da educação ambiental em contextos escolarizados. **Educar em Revista**, v. 37, n. 80, p. 1-20, 2021.

LUZ, R.; PRUDÊNCIO, C. A. V.; CAIAFA, A. N. Contribuições da educação ambiental crítica para o processo de ensino e aprendizagem em ciências visando à formação cidadã. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 3, p. 60-81, 2018.

MACEDO, G. **Respiração dos Peixes**. [S. l.], 10 dez. 2016. Disponível em: <https://www.portaldosanimais.com.br/informacoes/respiracao-dos-peixes/>. Acesso em: 8 ago. 2021.

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012.

MAGALHÃES, P. P. ; ZULIANI, S. R. Q. A. Contribuições das sequências de ensino investigativas (sei) aos alunos de medicina em imersão na PBL. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 16, n. 36, p. 23-39, 2020.

MANFREDO, E. C. G.; LOBATO, S. C. da C. Análise da própria prática no ensino de ciências por meio de sequências investigativas (SIS) envolvendo noções de física com alunos dos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Conexão & Educação**, v. 35, n. 110, p. 66-85, 2020.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2018.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARQUES, R.; XAVIER, C. R. Alfabetização científica no ensino de ciências: numa sequência didática sobre a pegada ecológica do lixo. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática** (REnCiMa), v. 11, n.2, p. 84-106, 2020.

MARTINHAGO, D.; MARCOLIN, J. F.; RAMALLO, P.; ARAÚJO, E. C.; SANDMANN, A.; TONIN, P. C.; SCHUTZ, F. C. de A. Balanço hídrico de uma bacia hidrográfica localizada no oeste do estado do Paraná. **Engenharia Sanitára Ambiental**, v. 26, n. 5, p. 965-970, 2021.

MARTINS, J. P. de A.; SCHNETZLER, R. P. Formação de professores em educação ambiental crítica centrada na investigação-ação e na parceria colaborativa. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 3, p. 581-598, 2018.

MELO, J. R.; CINTRA, L. S.; LUZ, C. N. M. Educação ambiental: reciclagem do lixo no contexto escolar. **Revista Multidebates**, v. 4, n. 2, p. 133-141, 2020.

MILNE, S. **Onde a escassez de água já provoca guerras no mundo (e quais as áreas sob risco iminente)**. BBC News Brasil, 29 agosto 2021. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/geral-58319129. Acesso em: 3 jan. 2022.

MORAES, T. S. V.; CARVALHO, A. M. P. Proposta de sequência de ensino investigativa para o 1º ano do ensino fundamental. **Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 407-437, 2018.

MORAES, V. R. A.; TAZIRI, J. A motivação e o engajamento de alunos em uma atividade na abordagem do ensino de ciências por investigação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, p. 72-89, 2019.

MOREIRA, J. C. G.; LUDOVICO, F. M.; KAROLESKY, M. L. E. As metodologias ativas e seus atores aprendentes. **Revista Científica Eletrônica do Centro Universitário Uniamérica (Pleiade)**, v. 12, n. 25, p. 18-28, 2018.

MOREIRA, J. da R.; SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; PINO, J. C. Potencialidade de um plano de ensino pautado na atividade experimental problematizada (AEP) à alfabetização científica em química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 558-581, 2019.

MORETTI, A. A. da S.; ROCHA, Z. de F. D. C.; SILVA, C. A. Evidências da alfabetização científica em grafias de ilustrações na perspectiva CTSA no Ensino de Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática** (REnCiMa), v. 12, n. 1, p. 1-20, 2021.

MULLER, L.; PAGIORO, T. A.; FREITAS, A. M.; PAGIORO, L. M. Cianobactérias, cianotoxinas e o tratamento químico da água: uma análise bibliométrica da produção científica mundial. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvimento**, v. 7, n. 4, p. 570-596, 2018.

NASCIMENTO, L. M. M.; BOCCHIGLIERI, A. Modelos didáticos no ensino de Vertebrados para estudantes com deficiência visual. **Ciência & Educação**, v. 25, n. 2, p. 317-332, 2019.

NORBERTO, M. [S.I.], 2015. 1 vídeo (6:05 min). **Aerador para tanques de peixes sem enegia elétrica**. Youtube, 11 de ago. de 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=D8RDLu-4VJs>. Acesso em: 20 set. 2021.

NOSCHANG, P. G.; SCHELEDER, A. F. P. Direito humano à água e o consumo global – (in) sustentabilidade hídrica. *In*: SOBRINHO, L. L. P.; ZIBETTI, F. W.; SILVA, R. (Org.) **Balcão do consumidor: coletânea educação para o consumo:** sustentabilidade. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, p. 53-74, 2018.

NUNES, T. da S.; MOTOKANE, M. T. Análise de hipóteses escritas na solução de problemas em sequências didáticas investigativas. **Revista de Educación en Biología**, v. 20, n. 1, p. 72-86, 2017.

OLIVEIRA, C. S. P.; FONSECA, A. S.; DÍAZ, C. A.; SANTOS, W. P. Reflexões sobre o desafio ambiental: níveis de eutrofização e floração de cianobactérias na Bacia Apodi-Mossoró. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 5, p. 519- 530, 2020.

OLIVEIRA, L. F. Seis décadas de um projeto de plena democratização: reatualizando a atualidade brasileira com Paulo Freire. **Educação em Revista**, v.36, p. 1-19, 2020.

ONU. Organização das Nações Unidas. **No Dia Mundial da Água, Guterres lembra que cerca de 2,2 bilhões carecem de água potável**. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2020/03/1708162. Acesso em: 3 jan. 2022.

OUZA, S. **Técnica utilizada na criação de tambaqui permite aumento de produtividade**. Embrapa, 7 nov. 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1485872/tecnica-utilizada-na-criacao-de-tambaqui-permite-aumento-de-produtividade>. Acesso em: 5 set. 2021.

PAIVA, S. H. S. O ensino médio e a continuidade da pedagogia da exclusão. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 16, n. 35, p. 32- 51, 2021.

PARANÁ. **Aerador de pás**. Trevisan. [s.n.]. Disponível em: <https://www.trevisan.ind.br/aerador-pas>. Acesso em: 5 set. 2021.

PAZ, G. S. B.; AVILA JUNIOR, P.; LEAL, S. H. B. de S. Indicadores de alfabetização científica de professores em serviço: a bioquímica como contexto formativo. **Linhas Críticas**, v. 25, p. 252-276, 2019.

PEREIRA, M. A. Desenvolvimento insustentável, degradação dos recursos hídricos e a magnitude das doenças emergentes. *In*. HAYASHI, C.; SARDINHA, D. de S.; PAMPLIN, P. A. Z. **Ciências ambientais**: recursos hídricos, UNIFAL, MG, 2020.

PERSICH, G. D. O.; TOLENTINO NETO, L. C. B.; MARQUES, K. C. D.; SCHEID, N. M. J. Ensino por investigação no ensino médio: potencialidades do projeto conexão delta. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, 11., Florianópolis, **Anais** [...]. Florianópolis, 2017.

PETZ. **Como os peixes respiram? Descubra agora!** [S. I.], 4 fev. 2021. Disponível em: https://www.petz.com.br/blog/bem-estar/como-os-peixes-respiram/. Acesso em: 5 set. 2021.

PIFFERO, E. de L. F.; SOARES, R. G.; COELHO, C. P.; ROEHRS, R. Metodologias Ativas e o ensino de Biologia: desafios e possibilidades no novo Ensino Médio. **Ensino & Pesquisa**, v. 18, n. 2, p. 48-63, 2020.

PINHEIRO, A. M.; ANDRADE, B. da S.; SANTOS, P. J. S.; BARROS, R. L. Infográficos: do conceito à aplicação no ensino. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, p. 1-16, 2020.

PINTO, J. F., ANTUNES, S. C.(2020). Biomanipulação para o controlo da eutrofização. **Revista de Ciência Elementar**, v. 8, n. 1, p. 1-5, 2020.

PIOTRSOK123. [*S.l.: s. n.*], 2018. 1 vídeo (1:28 min). **Eutrophication Animation**. Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UGqZsSuG7ao>. Acesso em: 25 ago. 2021.

PIZARRO, M. V.; ANDRADE, K. A. Os indicadores de alfabetização científica na formação inicial de professores de Ciências e Biologia: possibilidades formativas. *In*: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - IX ENPEC, 13., **Anais** [...], 2021.

PIZARRO, M. V.; LOPEZ JÚNIOR, J. Indicadores de alfabetização científica: uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de Ciências nos anos iniciais. **Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)**, v. 20, n. 1, p. 208-238, 2015.

PONTES, E. A. S. Os quatro pilares educacionais no processo de ensino e aprendizagem de matemática. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, n. 24, p. 15-22, 2019.

POSO, F. de F.; SILVA, R. I.; POSO, F. de F. O ensino de biologia por meio de experimentos simples no contexto do tema respiração pulmonar em uma escola pública do estado do rio de janeiro. **Revista Ciências & Ideias**, v. 12, n. 1, p. 35-49, 2021.

Projeto de Aquicultura de Contagem. [S. I.], 2016. 1 vídeo (2:44 min). **Oxigenação correta é fundamental para a criação de Tilápias**. Youtube. 16 de jun. de 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=a8tsiYjxbBc>. Acesso em: 15 set. 2021.

PROVDANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.

RIBEIRO, W. C. R.; SANTOS, C. L. S.; SILVA, L. P. B. Conflito pela água, entre a escassez e a abundância: Marcos teóricos. **Ambientes**, v. 1, n. 2, p. 11-37, 2019.

SANTANA, R. S.; FRANZOLIN, F. O Ensino de Ciências por investigação e os desafios da implementação na práxis dos professores. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática** (REnCiMa), v. 9, n. 3, p. 218-237, 2018.

SANTANA, U. dos S.; SEDANO, L. Práticas epistêmicas no ensino de ciências por investigação: contribuições necessárias para a alfabetização científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 2, p. 378-403, 2021.

SANTOS, B. S. S.; SILVEIRA, V. L. L.; DEUS, J. A. O ensino de Biologia na perspectiva da inovação: reflexões e proposições para os anos finais da educação básica. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, n. especial, p. 1-18, 2020.

SANTOS, M. N.; SANTOS, A.; BALBINOT, C.; ROSA, C. W. Alfabetização científica: análise em atividades desenvolvidas nos anos finais do ensino fundamental. **Revista REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, p. 1-26, 2021.

SANTOS, V. G.; GALEMBECK, E. Sequência didática com enfoque investigativo: alterações significativas na elaboração de hipóteses e estruturação de perguntas realizadas por alunos do ensino fundamental I. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** (RBPEC), v. 18, n. 3, p. 879-904, 2018.

SANTOS, V. S. **Eutrofização**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/eutrofizacao.htm>. Acesso em: 15 de ago. 202.

SÃO PAULO. **Cianobactérias**. [S. l.], UNESP: departamentos de Física e Química. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fisicaequimica/relacaodedocentes973/cianobacterias.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2021.

SÃO PAULO. **Mortandade de Peixes: Matéria Orgânica e Nutrientes**. CETESB: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 25 mar. 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/materia-organica-e-nutrientes/>. Acesso em: 16 ago. 2021.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação:** condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-61, 2013.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

SILVA JÚNIOR, J. M.; COELHO, G. R. O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoe-létrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 51-78, 2020.

SILVA, A. C.; CHIARO, S. O impacto da interface entre a aprendizagem baseada em problemas e a argumentação na construção do conhecimento científico. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 3, p. 82-109, 2018.

SILVA, A. da C. M.; FREITAG, I. H.; TOMASELLI, M. V. F.; BARBOSA, C. P. A importância dos recursos didáticos para o processo ensino-aprendizagem. **Arquivos do MUDI**, v. 21, n. 2, p. 20-31, 2017.

SILVA, M. J.; PEREIRA, M. V.; ARROIO, A. O papel do youtube no ensino de ciências para estudantes do ensino médio. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v.7, n. 2, p. 35-55, 2017.

SILVA, S. C. F.; PELEJA, J. R. P.; MELO, S. Flutuação temporal de cianotoxinas (Microcistina- LR) no rio Tapajós (Santarém, Amazônia-Brasil). **Scientia Plena**, v. 15, n. 8, p. 1-13, 2019.

SILVA, T. de A.; SOUSA, S. P. FEREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: contribuições da leitura para a alfabetização científica nos anos iniciais. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 4, n. 3, p. 346-366, 2019.

SILVA, V. R.; LORENZETTI, L. A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. **Educação & Pesquisa**, v. 46, p. 1-21, 2020.

SILVEIRA, L. G. F.; MUNFORD, D. Aprendizagem de ciências: uma análise de interações discursivas e diferentes dimensões espaço-temporais no cotidiano da sala de aula. **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, p. 1-31, 2020.

SIQUEIRA, H. C. C.; MALHEIRO, J. M. da S. Interações sociais e autonomia moral em atividades investigativas desenvolvidas em um clube de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 163-197, 2020.

SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista Brasileira de Educação**, n. 25, p. 1-13, 2004.

SOITO, J. **Usos múltiplos da água**: **boletim energético**. FGV energia, 2019.

SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 104-129, 2018.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. **Revista Ensaio**, v. 20, p. 1-27, 2018.

TABILE, A. F.; JACOMET, M. C. D. Fatores influenciadores no processo de aprendizagem: um estudo de caso. **Revista Psicopedagogia**, v. 34, n. 103, p. 75-86, 2017.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**, v.17, n. especial, p. 97-114, 2015.

USOCEANGOV. [*S.l.: s. n.*], 2018. 1 vídeo (1:03 min). **What is eutrophication?** Youtube, 9 de jul. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=92TFJTtuq6k>. Acesso em: 25 ago. 2021.

VIGARIO, A. F.; CICILLINI, G. A. Os saberes e a trama do ensino de Biologia Celularno nível médio. **Ciência & Educação**, v. 25, p. 57-74, 2019.

WENZEL, J. S.; COLPO, C. C. A leitura de textos de divulgação científica como modo de qualificar o uso da linguagem química no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 4, p. 134-143, 2018.

WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME - WWAP. **The United Nations World Water Development Report 2021**: Valuing Water. Paris: UNESCO, 2021.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Implementação de atividades investigativas na disciplina de ciências em escola pública: uma experiência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 675-684, 2012.

ZULIANI, S. R. Q. A.; MAGALHÃES, P. P. Contribuições das sequências de ensino investigativas (SEI) aos alunos de medicina em imersão na PBL. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 16, n. 36, p. 23-39, 2020.

ANEXO A

Coleções de livros analisadas

Títulos das coleções	Editoras	Série e unidade em que o conteúdo é abordado	Abordagem do conteúdo eutrofização
Biologia Hoje	Ática	3ª - Ecologia	- Na página 266, em 2 parágrafos. - Foca as causas: excesso de nitratos e fosfatos, decorrente do lançamento de esgotos, detergentes, fertilizantes ou adubos na água.
Ser Protagonista - Biologia	SM	3ª - Ecologia	- Na página 262, em 4 parágrafos. - Foco as causas: esgotos e fertilizantes que associado a condições favoráveis de temperatura, salinidade e luminosidade, causa as florações de algas. - Consequências: interferência na fotossíntese, levando à morte do seres vivos. Menciona a produção de toxinas pelas algas e cianobactérias.
Biologia	Saraiva	1ª - Ecologia	- Nas páginas 158 e 159, em 1 parágrafo. - Foca nas causas: excesso de nutrientes na água: esgotos domésticos, restos de usinas de açúcar ou de papel, dejetos agrícolas. - Consequências: deterioração da qualidade de água.
BIO	Saraiva	1ª - Ecologia	- Nas páginas 120 e 121, em um tópico completo no corpo do texto. - Foca as causas: causas naturais ou antrópica. - Consequências: destruição da fauna e flora de rios por causa da queda na taxa de O_2 dissolvido.
#Contato Biologia	Quinteto	3ª - Ecologia	- Na página 260 eu um texto complementar de 3 parágrafos intitulado “Eutrofização cultural”. - Foco nas causas: atividades agrícolas e urbanas como confinamento de animais, escoamento de plantações contendo fertilizantes e despejo de esgotos. -Consequências: explosão de algas que reduz a taxa de fotossíntese. A decomposição das algas que morrem consome o O_2 causando a morte dos indivíduos aeróbios.
Biologia - Unidade e Diversidade	FTD	3ª - Ecologia	- Na página 120 em 4 parágrafos. - Foca nas causas: aumentos da quantidade de resíduos orgânicos na água que serão decompostos por algas e fungos, resultando na produção de compostos inorgânicos, usados pelas algas que se reproduzem excessivamente. - Consequências: leva à queda na concentração de O_2 decorrente da decomposição da matéria orgânica e da baixa taxa de fotossíntese.
Biologia Moderna - Amabis & Martho	Moderna	3ª - Ecologia	- Na página 272 em 2 parágrafos. - Foco nas causas: provocada pelas atividades humanas poluidoras.
Conexões com a Biologia	Moderna	1ª - Ecologia	- Páginas 154 em 1 parágrafo. - Foco nas causas: acúmulo de nutrientes na água, que pode ter causas naturais ou pela ação humana. - Consequências: água turma, diminui o O_2 dissolvido e liberação de substâncias tóxicas.

Títulos das coleções	Editoras	Série e unidade em que o conteúdo é abordado	Abordagem do conteúdo eutrofização
Biologia	AJS	1ª - Ecologia	- Nas páginas 68 e 69 em 6 parágrafos. - Foco nas causas: acúmulo de nitratos, fosfatos, pela ação das águas das chuvas que carreiam fezes e restos de animais para os corpos d'água, uso de fertilizantes na agricultura e esgoto doméstico sem tratamento. - Consequências: desequilíbrio das populações causada pela morte de espécies vivas decorrente da baixa concentração de O_2 dissolvido na água.

ANEXO B

Texto usado na etapa 2 da sei

Excesso de nutrientes na água

Os nutrientes presentes na água são essenciais ao desenvolvimento da biota aquática. Entretanto, o excesso desses nutrientes pode se tornar um problema igualmente sério, especialmente em ecossistemas onde não há uma boa circulação da água como por exemplo em açudes, lagos e criatórios de peixes, podendo causar o enriquecimento exagerado da água e, com isso, problemas aos seres vivos que ali habitam.

O nitrogênio e fósforo são os principais nutrientes enriquecedores de corpos d'água. Eles são nutrientes básicos para as plantas, mas em excesso provocam a proliferação de algas e plantas aquáticas nesses ambientes num processo denominado eutrofização.

Podemos caracterizar a eutrofização como um processo em que ocorre um aumento na concentração de nutrientes (principalmente fósforo e nitrogênio) em ambientes aquáticos, tais como rios e lagos.

Com grande quantidade de nutrientes disponível, diversas mudanças podem ocorrer na comunidade aquática, dentre elas o aumento de determinadas espécies e diminuição de outras. Dentre as espécies que mais se reproduzem em ambientes eutrofizados estão as algas, cianobactérias e bactérias aeróbias.

O excesso de nutrientes pode ser um fator extremamente importante para aumentar o número de algas e cianobactérias do fitoplâncton em um ambiente causando um fenômeno conhecido como "*bloom* ou floração" de algas. O aumento excessivo desses seres forma uma camada que faz com que a luz solar seja impedida de passar, o que, consequentemente, afeta o processo de fotossíntese realizado por algas e plantas aquáticas. Isso causa a morte dos organismos fotossintetizantes que não estão localizados nas camadas mais superficiais. Quando uma "floração", está em curso, a água ganha uma coloração geralmente azul-esverdeada em decorrência da cor dessas cianobactérias.

A grande quantidade de nutrientes, aumentada também pela morte das algas, ajuda na reprodução e aumento exagerado de bactérias aeróbias. Por utilizarem oxigênio na sua respiração, essas bactérias acabam consumindo grande quantidade desse gás, o que acarreta a morte de várias outras espécies, como os peixes e outros seres aquáticos. [...].

A eutrofização pode ocorrer naturalmente ou em razão da ação antrópica (humana). Quando ocorre naturalmente, geralmente está relacionada ao transporte de matéria orgânica, que se acumula ao longo dos anos, configurando-se como um processo mais lento que o ocasionado pela ação do homem. A ocorrência desse fenômeno pela ação antrópica (humana) ocorre quando são lançados na água, produtos resultantes

de atividades humanas, o que gera o aumento da disponibilidade de matéria orgânica e, consequentemente, a eutrofização. Muitos rios e lagos brasileiros sofrem com esse fenômeno, que ocasiona um grande dano ambiental, uma vez que diversos organismos da flora e fauna acabam morrendo.

[...].

Fontes: https://brasilescola.uol.com.br/biologia/eutrofizacao.htm

https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/materia-organica-e-nutrientes/

Texto produzido a partir da edição de dois testos disponíveis nos endereços acima.

ANEXO C

Classes de estados tróficos de corpos d’água

Classe de Estado Trófico	Algumas características
Ultraoligotrófico	- Corpos d’água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam prejuízos aos usos da água.
Oligotrófico	- Corpos d’água limpos com baixa produtividade devido às baixas concentrações e lenta reciclagem de nitrogênio e fósforo. - Alta transparência na zona eufótica. - Não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes. - O oxigênio dissolvido frequentemente está próximo da saturação tanto no hipolímnio como no epilímnio. - Baixa biomassa de fitoplâncton, zooplâncton, zoobentos e peixes.
Mesotrófico	- Corpos d’água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	- Corpos d’água com alta produtividade em relação às condições naturais devido às altas concentrações e rápida reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas. - Grande variação do oxigênio dissolvido em relação à saturação: depressão no hipolímnio e supersaturação no epilímnio. - Baixa transparência na zona eufótica. - Maior diversidade de espécies no fitoplâncton e zooplâncton - Ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes.
Supereutrófico	- Corpos d’água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios de florações de algas e interferências nos seus múltiplos usos
Hipereutrófico	- Corpos d’água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandades de peixes.

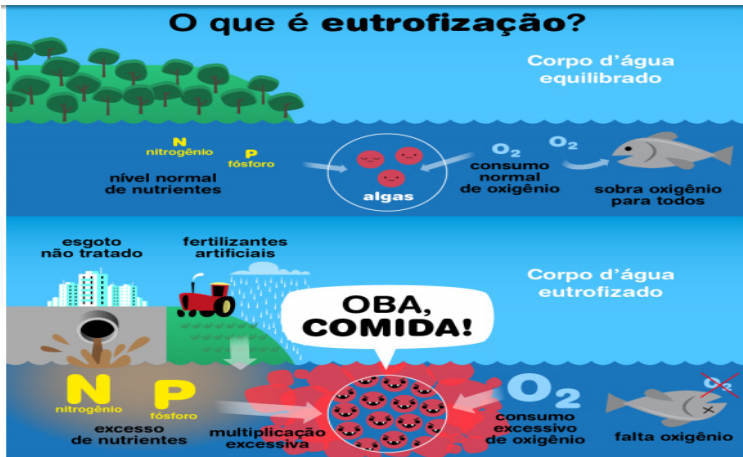
Fonte: http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx

Editado pelo pesquisador.

ANEXO D

Infográficos usados na etapa 2

Fonte: https://ecokidsecoteens.mpba.mp.br/noticias/voce-sabe-o-que-e- eutrofizacao/

Fonte: https://limnologia.wordpress.com/

Editado pelo pesquisador para remover as legendas dos quadros

ANEXO E

Texto usado na etapa 3

Clorófitas

Divisão de algas, também conhecidas por algas verdes, com mais de 7000 espécies. As clorófitas (Chlorophyta) são o grupo com maior diversidade de algas. Com organização unicelular ou pluricelular, podem ser células isoladas (ex.: *Chlorella*) ou agrupadas em colónias (ex.: *Volvox*), filamentos (ex.: *Spirogyra*), lâminas ou ter uma estrutura tridimensional.

A dimensão das clorófitas varia entre microscópica (ex. *Chlamydomonas*, *Gonium*) e um tamanho considerável, em algumas formas marinhas (ex.: *Codium*), embora não atinjam dimensões tão elevadas como algumas feófitas.

O habitat da maioria das clorófitas é aquático, essencialmente água doce, embora algumas espécies sejam exclusivamente marinhas. As clorófitas ocorrem noutros tipos de habitats, como o solo e troncos de árvores. Podem, ainda, formar associações simbióticas com fungos (líquenes), protozoários e invertebrados.

De todas as algas (rodófitas e feófitas), as clorófitas são as que mais se aproximam das plantas terrestres. Partilham características como, por exemplo, cloroplastos com clorofilas *a* e *b*, armazenamento do amido, como fonte de energia, em plastídios. Em alguns géneros, as paredes celulares têm como componente fundamental a celulose, tal como nas plantas terrestres. A estrutura das células reprodutivas flageladas das clorófitas assemelha-se à dos anterozoides

A presença de características comuns às clorófitas e às plantas terrestres, apontam para que elas tenham a mesma origem evolutiva.

Além das clorofilas a e b, as clorofíceas também possuem, como pigmentos acessórios, carotenoides que tem a cor laranja e as xantofilas que são amarelas. Algumas espécies produzem grandes quantidades de carotenoides, o que lhes confere proteção contra a luz intensa.

[...]

Fonte: https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$clorofitas

Editado pelo pesquisador.

ANEXO F

Texto usado na etapa 3

Cianobactérias

As algas azuis, algas cianofíceas ou cianobactérias, não podem ser consideradas nem como algas e nem como bactérias comuns. São microrganismos com características celulares procariontes, porém com um sistema fotossintetizante semelhante ao das algas, ou seja, são bactérias fotossintetizantes. [...].

Possivelmente, foram as responsáveis pelo acúmulo de O_2 na atmosfera primitiva, o que possibilitou o aparecimento da camada de Ozônio (O_3), que retém parte da radiação ultravioleta, permitindo a evolução de organismos mais sensíveis à radiação UV.

As cianobactérias podem viver em diversos ambientes e condições extremas como em águas de fontes termais, com temperatura de aproximadamente 74ºC ou em lagos antárticos com temperatura próximas de 0ºC, outras resistem a alta salinidade e até em períodos de seca. Algumas formas são terrestres, vivem sobre rochas ou solo úmido, estas podem ser importantes fixadoras do nitrogênio atmosférico, sendo essenciais para algumas plantas.

As cianobactérias podem produzir gosto e odor desagradável na água e desequilibrar os ecossistemas aquáticos. O mais grave é que algumas cianobactérias são capazes de liberar toxinas neurotoxinas ou hepatotoxinas, que não podem ser retiradas pelos sistemas de tratamento de água tradicionais e nem pela fervura. Originalmente estas toxinas são uma defesa contra devoradores de algas, [...].

As cianobactérias podem ser encontradas na forma unicelular, como nos gêneros *Synechococcus* e *Aphanothece* ou em colônias de seres unicelulares como *Microcystis*, *Gomphospheria*, *Merispmopedium* ou, ainda, apresentarem as células organizadas em forma de filamentos, como *Oscillatoria*, *Planktothrix*, *Anabaena*, *Cylindrospermopsis*, *Nostoc*. [...].

A coloração das cianobactérias pode ser explicada através da presença dos pigmentos clorofila-a (verde), carotenóides (amarelo-laranja), ficocianina (azul) e a ficoeritrina (vermelho). Todos estes pigmentos atuam na captação de luz para a fotossíntese. Algumas espécies podem apresentar mais de um tipo de pigmento, isto explica a existência de cianobactérias das mais variadas cores.

As cianobactérias são microrganismos autotróficos, a fotossíntese é seu principal meio para obtenção de energia e manutenção metabólica. Seus processos vitais requerem somente água, dióxido de carbono, substâncias inorgânicas e luz.

A reprodução das cianobactérias não coloniais é assexuada, as formas filamentosas podem reproduzir-se assexuadamente e algumas espécies de colônias filamentosas são capazes de produzir esporos resistentes, os acinetos, que, ao se destacarem, originam novas colônias filamentosas.

Os principais motivos para o aumento da incidência de cianobactérias em mananciais de água potável são:

1) O aumento anormal da quantidade de componentes nitrogenados e fosfatados na água.

2) O aumento da matéria orgânica favorece o aumento da quantidade de microrganismos decompositores livres na água e nos sedimentos, que acabam consumindo o oxigênio dissolvido na água, favorecendo com isto a atividade fotossintética das cianobactérias. Além disto, nos meios anaeróbicos a disponibilidade das formas inorgânicas de nitrogênio e fósforo aumentam, facilitando as grandes infestações de cianobactérias.

Fonte:https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fisicaequimica/relacaodedocentes973/cianobacterias.pdf

Editado pelo pesquisador.

ANEXO G

Texto usado na etapa 3

Como os peixes respiram? Descubra agora!

A menos que estejamos com *snorkel* ou um cilindro de oxigênio, após um mergulho, precisamos retornar à superfície para respirar. Isso ocorre, pois, nossa fisiologia é adaptada para retirar oxigênio do ar atmosférico e não da água. Mas, e no caso dos peixes que são aquáticos, como eles respiram?

Com algumas poucas exceções, é justamente quando estão fora da água que eles asfixiam.

[...].

Os peixes também precisam de oxigênio?

Assim como a maior parte dos seres vivos, incluindo plantas e outros animais, os peixes também dependem do oxigênio para respirar e realizar suas funções vitais.

Esse é um dos motivos pelos quais é tão importante manter a concentração de O_2 dissolvido na água adequada para que não haja problemas, como mortandade dos peixes por asfixia, ou seja, falta de oxigênio.

Além disso, uma alta concentração de gás carbônico na água também prejudica os peixes.

[...]

Como é a respiração dos peixes?

Uma lição que tiramos da teoria da evolução é que o habitat foi selecionando as espécies mais adaptadas e que, portanto, tinham mais chances de sobrevivência em determinado ambiente.

Nesse sentido, vale lembrar que a vida começou na água, com bactérias que, a princípio, não precisavam do oxigênio para respirar. Num dado momento, o surgimento de bactérias fotossintetizantes permitiu o acúmulo de oxigênio na atmosfera.

Isso, por sua vez, tornou a respiração mais eficiente, contribuindo para o surgimento de seres vivos pluricelulares e mais complexos aqui na Terra. Sendo assim, a evolução explica como os peixes respiram.

Os peixes respiram através de brânquias (respiração branquial). ***Funciona assim***: a água entra pela boca do peixe e passa pelas filamentos das brânquias, onde ocorrem as trocas gasosas, captando o oxigênio e liberando o gás carbônico.

Esses filamentos possuem capilares que carregam o sangue sempre no sentido inverso da água, garantindo mais eficiência. Por fim, o sangue leva o oxigênio para todo o organismo do peixe. Já a água é devolvida ao ambiente através da abertura dos opérculos, cavidade localizada ao lado da cabeça do peixe, onde ficam as brânquias.

Como o oxigênio "entra" na água?

Diferentemente do que alguns podem pensar, o oxigênio utilizado na respiração dos peixes não é aquele que constitui a própria água, cuja famosa fórmula é H_2O. Na verdade, a oxigenação da água ocorre por meio de trocas gasosas que ocorrem com o ar atmosférico. Essa oxigenação é mais eficiente quando há movimentação da água. O uso de aeradores, por exemplo, ajuda nessa oxigenação.

[...]

Então! Se os peixes não respiram fora d'água, por que eles ficam na superfície da coluna de água quando estão sem ar?

Um dos principais sinais de que falta oxigênio dissolvido na água é a subida dos peixes para a superfície da coluna d'água. Isso ocorre pois, quando a circulação/ movimentação da água se dá de maneira insuficiente, como, por exemplos, em dias pouco ventilados, o oxigênio deixa de ser distribuído de maneira uniforme na coluna d'água, concentrando-se na superfície. Ou seja, não é que os peixes estejam tentando respirar na atmosfera. Na verdade, eles estão tentando captar o O_2 que está mais concentrado naquela região.

Fonte: https://www.petz.com.br/blog/bem-estar/como-os-peixes-respiram/

Editado pelo pesquisador

ANEXO I

Infográfico e Figuras usados na etapa 3

Fonte: https://www.portaldosanimais.com.br/informacoes/respiracao-dos-peixes/

Fonte: https://www.infoescola.com/peixes/branquias/

Fonte: https://www.portaldosanimais.com.br/informacoes/respiracao-dos-peixes/

Aerador Equipax

Fonte: https://emicolambiental.com/2020/06/26/aeradores-para-o-tratamento-de-efluentes/

Fonte: https://www.trevisan.ind.br/aerador-pas

Fonte: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1485872/tecnica- utilizada-na-criacao-de-tambaqui-permite-aumento-de-produtividade

CAPÍTULO 2

AULA CAMPO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE MACROALGAS MARINHAS

Data de aceite: 04/11/2022

Letícia Maria Rodrigues Gomes Cunha
Mestranda em Ensino de Biologia - Profbio - UFMG - Polo UESPI
Licenciatura em Biologia - IFMA
Professora no C. E. Sotero Reis – São Luís – Ma.
CV Lattes: http://lattes.cnpq.br/8097266277975447

Maria Gardênia Sousa Batista
Bióloga - Profa. Dra. Universidade Estadual do Piauí - UESPI
Teresina – Piauí, Brasil
CV Lattes: http://lattes.cnpq.br/118410980618896
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8281-1277

Rafael Diego Barbosa Soares
Biólogo, Prof. Dr. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, IFAM - Campus Parintins.
CV Lattes: http://lattes.cnpq.br/4490186955501605
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6623-2977

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido durante o contexto pandêmico e parte dos resultados coletados possuem influência direta em virtude desse período. Como resultado do estímulo da metodologia ativa aqui aplicada, percebeu-se que os alunos conseguiram desenvolver técnicas de coletas de algas, observação em laboratório e produzir exsicatas. Foi possível ainda verificar nos alunos, qual conhecimento sobre algas possuíam e sua relação no cotidiano. Observou-se que o estudo sobre macroalgas, conseguiu estimulá-los e expandir o campo de conhecimento, melhorando a autoestima com o novo saber sobre algas. A aplicação das atividades foi avaliada pelos alunos como positiva.

PALAVRAS-CHAVE: Aula Campo. Macroalgas. Ensino Investigativo.

FIELD CLASS AS A DIDACTIC TOOL IN THE TEACHING OF MARINE MACROALGAE

ABSTRACT: This work was developed during the pandemic context and part of the results collected have a direct influence due to this period. As a result of the stimulus of the active methodology applied here, it was noticed that the students were able to develop techniques for collecting algae, observing in the laboratory and producing exsiccates. It was also possible to verify in the students, what knowledge about algae they had and their relationship in everyday life. It was observed that the study on macroalgae managed to stimulate them and expand the field of knowledge, improving self-esteem with the new knowledge about algae. The application of activities was evaluated by students as positive.

KEYWORDS: Field Class. Macroalgae. Investigative Teaching.

INTRODUÇÃO

O ensino da ciência pode fazer utilização de diversos caminhos pedagógicos, no entanto um que tem recebido favorável contribuição em sua aplicação metodológica são as aulas de campo, estas avaliadas como importantes dentro de um processo de leitura crítica da realidade, que se faz na dinâmica da biosfera, onde a relação do homem com meio ambiente pode ser mais facilmente percebida, experimentado e consequentemente mais bem assimilado (SILVA; CAMPOS, 2015). "O ensino de Ciências desde as séries iniciais necessita ultrapassar os muros da escola, incentivar o convívio com a natureza e com o lugar em que vive, intervir e transformar a realidade positivamente, bem como aproximar" (SILVA; FERREIRA, 2019. p.1).

O contexto atual ainda é de uma forte resistência por parte de professores no que tange a inclusão de processos ditos inovadores para a melhoria do ensino das ciências da natureza/biologia, no entanto, é possível observar um movimento de mudanças expressivas, na proporção em que os modelos de aulas com uma proposta e dinâmica que colocam a participação do aluno em maior evidência são inseridos, como por exemplo, aulas campo, ou simplesmente em aulas com livros didáticos contendo ilustrações, visto que estas acentuam o interesses por meio dos sentidos dos alunos, o que coopera fortemente para o ensino-aprendizagem. (SILVA, 2018).

A importância no ensino da metodologia de aulas campo é incontestável por grande parte dos professores de biologia, o que torna um contrassenso, quando olhamos o número reduzido de professores que fazem uso deste método, a maioria justifica a não aplicação deste método, apresentando reais empecilhos, citamos alguns deles: a necessidade de autorização dos responsáveis pelos alunos no espaço familiar ou escolar (pais e escola), das altas despesas e problemas da ordem da logística, do receio quanto a identificação e relação do conteúdo teórico com a realidade que encontrarão. Todavia ao analisar cada uma das possíveis e reais barreiras apresentadas, podemos igualmente apresentar alguns caminhos para superá-las, como por exemplo, a realização da prática da aula em um espaço próximo a escola, esta já reduziria ou mesmo excluiria as despesas com deslocamento e uma possível necessidade da autorização dos pais e responsáveis (KRASILCHK, 2009).

Diversos autores acreditam que as aulas de campo se incluem como um dos principais pontos fortes do processo de ensino e aprendizagem (SILVA, 2016; RODRIGUES; OTAVIANO, 2001; SILVA, 2019). Entre eles estão Campos e Silva (2017), quando enfatizam a importância do ensino de ciências em espaços não informais, afirmam que as aulas de campo podem beneficiar o processo de ensino, promovendo a contextualização da alfabetização científica e os debates do meio social (CAMPOS; SILVA, 2017). "As aulas de campo favorecem a compreensão da relação entre o espaço vivido e as informações obtidas em sala de aula, permitindo ao aluno maior familiaridade com aspectos físicos e naturais de sua região" (CAMPOS; SILVA, 2017, p.1).

As aulas de campos podem ser capazes de aprimorar a superação de modelos disciplinares fragilizados pela fragmentação do conteúdo do curso, bem como as concepções cientificista, aliada da infalibilidade dos livros que instruem (ou não) os conhecimentos (SILVA, 2019).

Silva e Campos (2015), nos diz que essas aulas ampliam o aporte teórico, permitindo que os alunos tenham contato direto com a realidade, além de ser favorável a educação cientifica, pois os próprios alunos definem seus próprios perfis de pesquisa e, por meio da orientação do professor, buscam resolver problemas, formular hipóteses e decidir qual método usar para alcançar resultados. “No campo, porém, as aulas não são fechadas e as hierarquias são quebradas, tornando-o imprevisível e desafiador tanto para alunos quanto para professores” (SILVA; CAMPOS, 2015).

Do ponto de vista pedagógico, o ambiente costeiro serve como um laboratório de ensino natural na educação não formal, facilitando a ligação de conhecimentos ao apresentar visualmente o desenvolvimento da dinâmica natural e as interações entre o meio natural e os já modificados pela ação humana (SILVA; CAMPOS, 2015).

Atualmente, na educação básica, o conteúdo relacionado às algas é subestimado e raramente discutido nos livros didáticos utilizados nas escolas de educação básica no Brasil, o que presumivelmente está relacionado à menor discussão e ênfase sobre “algas” na formação inicial de professores em cursos de graduação em ciências biológicas. (LIMA E GHILARDI-LOPES, 2021).

Apesar de existirem há pelo menos 10 mil anos e de estarem inseridas em várias áreas de nossas rotinas, como alimentação, cosméticos, agricultura e medicamentos, as macroalgas ainda são pouco exploradas como objeto de investigação científica nas aulas de Ciências Naturais (IFMA, 2011).

Somado a isso, pode-se dizer que o próprio método de investigação científica, baseado em observação, levantamento de hipóteses, testagem, refutação ou mesmo abandono das hipóteses, quando é o caso, aplicado no sentido de produzir, descobrir ou redescobrir conhecimento, é pouco incentivado entre os alunos, embora, como lembra Bernardo (2017), seja uma obrigação de desenvolver essas competências nos alunos do ensino médio: “Este objetivo foi concebido para que o aluno desenvolva competências que lhe permita compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica” (BERNARDO, 2017).

No caso das algas, o primeiro desafio a vencer é o de descontruir a ideia no imaginário da maioria, que as tratam como seres inferiores. Para isso, a orientação do professor, na condução dos alunos a esta reflexão, é a partir de uma identificação junto aos alunos da presença das algas no dia a dia (na comida, nos cosméticos, na medicina ou mesmo como fertilizante) se fazendo necessária. Após esse despertar, a sequência

estar em fomentar a curiosidade, no que diz respeito a orientação e busca de interesse em estudar esse assunto/tema. (BERNARDO, 2017). Caminho possível por duas vias: levando material coletado para que os jovens aprendam a examinar ou conduzindo-os ao campo, para que coletem as algas, identifiquem e façam suas observações.

Os materiais para esse tipo de trabalho são relativamente acessíveis: lâminas, microscópio (para análises), mostra das macroalgas e produção textual que traduza ou registre e organize de forma minimamente crítica as amostras coletadas. “A interação da teoria com a prática podem gerar resultados satisfatórios, onde o aluno é o principal sujeito interativo, permitindo ao mesmo fazer a relação entre livro didático e seu cotidiano” (BERNARDO, 2017).

Fazendo a relação entre teoria e prática, os alunos, professores e escola, criam possibilidades de (re)pensar os passos da aprendizagem. E quem ganha, sobretudo, é o aluno, que a partir da leitura, estudos e análises críticas do próprio material que produz, pode ter uma nova experiência de aprendizado.

Em se tratando do ensino das algas, especificamente para os estudantes de ensino médio no Maranhão, a motivação está ligada ao fato de que buscando especializar-se no tema, o estudante pode, ao progredir em seu processo de profissionalização, se tornar especialista em um recurso natural que se encontra em franca exploração e que pode ser uma fonte de renda na região.

Apesar de desde a década de 70 (CORREIA; BRANDÃO,1974) existem pesquisas sobre algas no Maranhão, sua possibilidade de exploração como fonte de renda e riqueza para o Estado, data de 2009. Quando Presidente do Senado, José Sarney, acenou apoiar a exploração de jazidas únicas no mundo que ficavam no Maranhão. Trata-se das algas *Lithothamnium*, valiosas para a indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia. Segundo pesquisas do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) da época, cerca de 3 milhões de toneladas são acumuladas anualmente a 50 km da costa do Maranhão (AGÊNCIA SENADO, 2009).

Em 2014, as algas da região passaram a ser exploradas comercialmente pela empresa Oceania e a renda da extração é dividida entre o município de Tutóia (MA), o Estado do Maranhão e a União (GRISOTTO, 2018). A jazida do Maranhão é única no mundo, pois se consegue extrair algas mortas, fazendo com que o processo não seja prejudicial para a natureza. Além disso, a alga é de grande aproveitamento para uso como fertilizante e conservante. Nesse último caso, tornando possível os produtos, como *hortifrutis*, ficarem mais tempo nas prateleiras sem estragar.

Contudo, apesar da riqueza única e grande potencial comercial e de pesquisa, existem poucos trabalhos já publicados, a maioria são da década de 70 (GUERRA; BRANDÃO, 1974), e, a maior parte são de algas de manguezais (CUTRIM, SILVA; AZEVEDO, 2004;

GUERRA, 2013; MAIA, 2018).

Esta pesquisa pretende despertar nos alunos, o interesse no estudo das algas, ainda na fase do Ensino Médio, permitindo que desde cedo eles possam sentir o interesse, a curiosidade em pesquisar sobre as algas, fomentando jovens cientistas, através de estudos investigativos.

Rodrigues (2019) também reforça a importância da aula campo como um diferencial para o ensino da biologia, especificamente, do conteúdo referente às macroalgas. Sua reflexão leva em consideração que o êxito das aulas de Ciências Naturais, Biologia, sobre o tema macroalgas, pode ter um grande aproveitamento quando feito em forma de aula campo, aliado a aula teórica, pontuando como possíveis elementos essenciais dessas aulas: a exposição do tema, onde o assunto é introduzido ao aluno, tendo para isso a conhecimento sobre a classificação das algas e o uso do laboratório.

É importante, também, ressaltar que aliado a isso, o aluno, precisa aprender a identificar os três grupos de algas, as vermelhas, pardas e verdes, e por isso, o conhecimento do professor sobre o tema é fundamental.

METODOLOGIA

Para o trabalho de campo, delimitou-se como área a Praia do Araçagi (Figura 1) localizada no município de São José de Ribamar/MA nas coordenadas 2°27‟54.93” S e 44°12‟10.08” O. Esta praia possui presença de macroalgas, propiciando assim, não apenas o acesso ao material coletado em imagens e dados, mas, também, por estar na região onde se situa a escola escolhida para esta pesquisa.

Figura 1 – Praia do Araçagi

Fonte: Google Earth.

MÉTODOS E AMOSTRAGEM

Esta pesquisa se enquadra como aplicada e qualitativa, usando técnicas de campo e de levantamento. A pesquisa aplicada, ao contrário da básica, visa produzir um conhecimento que possa ser efetivamente aplicado na vida real, ajudando a alterar uma situação, fenômeno ou problemas específicos (DEL-BUONO, 2015). Pode ser um complemento ou aprofundamento sobre um assunto previamente estudado. No entanto, a proposta é apresentar alternativas que ajudem a melhorar ou transformar, por exemplo, determinado aspecto do seu objeto de estudo (LAKATOS; MARCONI, 2011).

Caracteriza-se por atribuir interpretações de natureza subjetiva. As técnicas e métodos estatísticos são dispensados nesse modelo, visto que o investigador foca em características mais complexas e não-quantificáveis, como o comportamento, as expressões, os sentimentos, dentro outros elementos (GIL, 2008).

As atividades foram desenvolvidas com três tipos de partícipes: discentes do 2º ano do ensino médio, matriculados e frequentando o turno matutino, docentes da escola campo da área de biologia e apoio pedagógico da escola campo.

Como critério de inclusão, estabeleceram-se os alunos matriculados e ativos na turma de 2º ano. Foram previstos nessa pesquisa um total de 45 discentes, além de 01 professor de biologia da escola campo (incluindo a autora proponente desta pesquisa) e 01 auxiliar (apoio), para acompanharem no dia da aula campo, a fim de garantir a segurança com os alunos. Contudo, apenas 22 alunos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), devido a dinâmica de volta às aulas durante a pandemia.

A pesquisa ocorreu 6 fases, incluindo o processo de aprovação junto ao Conselho de Ética e Pesquisa (CEP). Tendo sido desenvolvido nas seguintes fases:

Primeira fase – contato para autorizações junto à diretoria e levantamento de leituras. Nessa fase, foi formalizada junto à direção da escola a pesquisa e escolhido o grupo focal, composto pela turma escolhida e um auxiliar pedagógico. Paralelo a isso, foi levantado o material teórico que serviu de base para as análises da pesquisa.

Na segunda fase, deu-se a primeira reunião com os discentes; apresentação do trabalho; explicação e entrega de termo de consentimento para pesquisa; onde foram assinados pelos que aceitaram fazer a pesquisa. Uma vez selecionado os alunos, foi aplicado o protocolo de pesquisa previsto no projeto, onde cada discente respondeu um questionário de sondagem, para que se pudesse perceber o nível de conhecimento prévio do grupo quanto ao tema macroalgas. Este questionário serviu de análise para definição da sequência didática e elaboração das atividades que foram aplicadas.

Na terceira fase foi realizado o reconhecimento da área onde aconteceu a aula de campo. A visita teve por objetivo a elaboração de uma proposta de aula de campo específica para a praia do Araçagi. Essa foi a fase da construção parcial do guia, feita a

partir do cruzamento das informações sobre a sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos, mais as informações sobre o reconhecimento de campo. O material ilustrativo foi baseado nas fotos autorais registradas no dia do reconhecimento.

Nesta fase, foram levantadas informações como: observação na tábua de marés do melhor horário para aula de campo; detalhes sobre o perímetro limite da aula; tempo previsto para ministrar os conteúdos (tendo em vista os fatores externos de sala de aula).

Na quarta fase da pesquisa, os alunos realizaram as atividades propostas de coleta, identificação, observação no laboratório e herborização. Para a realização destas atividades em campo, foram efetuadas duas viagens em dias distintos, primeiro foi um grupo de 7 alunos e depois um grupo de 9 alunos, totalizando um no final 16 alunos. Com a presença de um bombeiro civil acompanhando o grupo em todo percurso e atividade.

As coletas de material biológico foram realizadas no período de estiagem julho, obedecendo a maré baixa no afloramento rochoso da praia do Araçagi, localizada no município de São Jose de Ribamar. A coleta do material biológico ocorreu com retirada manual, com auxílio de espátula, tomando-se o cuidado para a obtenção de exemplares inteiros conforme os métodos convencionais de coleta de macroalgas marinhas.

As algas foram acondicionadas sacos plásticos transparentes devidamente etiquetados, e levados a caixa térmica, e depois transferidas ao laboratório para acondicionamento no freezer e posterior triagem, estudo, identificação e herborização. Durante todo processo foram realizados registros fotográficos.

Foram identificadas: *Rhodophyta* (algas vermelhas – Hypnea, Gracilaria, Bostrychia, Ceraminium, Gelidium),*Chlorophyta* (algas verdes – Ulva, Bryopsis) e *Ochrophyta* (algas pardas - Rhizoclomium),

A quinta fase da pesquisa foi a análise do material e produção textual, com a participação dos alunos e aplicação de questionário pós atividade campo. Essa etapa levou em consideração: protocolos de pesquisa aplicados junto ao grupo focal, antes e depois da aula de campo, fazendo-se sempre uma análise interpretativa que associe contexto de estudo, contexto social de cada participante; estudo de campo no dia da aula e referencial teórico desta pesquisa.

A sexta fase da pesquisa, foi a socialização na escola, que ocorreu junto com a feira das disciplinas eletivas, onde os próprios alunos participantes apresentaram as atividades realizadas e os resultados para a comunidade escolar.

PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Para análise quati-qualitativa foram utilizados o programa Excel e a técnica proposta por Bardin (2011), que nos permitiu a criação de categorias analíticas a partir das respostas dos estudantes. As anotações registradas nos questionários aplicados: “Percepção sobre

macroalgas” e “Avaliação Pós Aula de Campo”. Estes foram analisadas e divididas em categorias e subcategorias, conforme mostrado no quadro abaixo:

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	Número de repetições
Percepção do estudante sobre macroalgas	• Definição de macroalgas 1. Plantas marinhas 2. Organismos fotossintetizantes 3. Não responderam • Ambientes das macroalgas 1. Mar ou praia 2. Não sabiam 3. Outros • Alimentação das macroalgas 1. Não sabiam 2. Fotossíntese 3. Plantas 4. outros • Relação entre macroalgas e o dia a dia 1. Sim, existe relação 2. Não, existe relação • Vantagens/benefícios das macroalgas 1. Produz oxigênio 2. Não sabiam	 6 3 13 11 5 6 12 6 2 2 10 12 9 13
Avaliação pós aula Campo	• Aula de campo com o Guia 1. Facilitou o aprendizado 2. Ajudou a reconhecer as macroalgas • Organização quanto ao número de alunos 1. Facilitou a organização das tarefas 2.O número reduzido deu oportunidade de participarem • Estavam claras as atividades do guia 1. Sim estavam claros 2. Foram de simples resolução 3. Deu trabalho porque tem macroalgas muitos parecidas • Avaliação quanto ao estudo 1. Produtivo por observar de perto as macroalgas 2. Aprendi técnicas de coletas 3. Conhecer vários tipos macroalgas • Qual novidade foi aprendida **1.** Tonalidades **2.** Diversidade de macroalgas **3.** Estão em regiões costeiras	 10 6 4 12 9 6 1 11 1 4 2 12 2

Quadro 1 – Respostas dos estudantes para análise dos questionários sobre os conteúdos relacionados à percepção sobre macroalgas e avaliação pós aula de campo.

Fonte: Dados da pesquisa.

Para a discussão das atividades utilizou-se fontes secundárias de bibliografias específicas, livros e artigos do conteúdo em pesquisa. Os dados coletados por meio da escrita foram corrigidos ortograficamente, permanecendo somente os erros gramaticais de coerência e coesão. Assim verificou se a fala redigida dos alunos e analisou-se possíveis concepções que eles já traziam a respeito das macroalgas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aplicação do questionário diagnóstico

Do total de 45 alunos previstos para a pesquisa apenas 22 participaram. O principal motivo foi a ausência dos alunos em sala de aula, consequência da pandemia, uma vez que parte dos alunos não retornaram após a retomada das aulas presenciais. Ainda assim, dentre o número de 22 alunos, houve uma redução de participantes, pois, alguns destes não estão mais matriculados e outros ainda não retornaram às aulas.

Os dados obtidos, foram analisados de forma qualitativa e algumas respostas apresentadas em valores percentuais.

A primeira questão teve o intuito de averiguar se os alunos conheciam as macroalgas, a maioria deles (60%) responderam que sim, conheciam, e deste universo mais da metade apresentou uma definição própria do seriam as macroalgas. Para os conceitos sobre as macroalgas, utilizou-se como referência Bicudo e Meneses (2010).

Observando as respostas pode-se perceber que grande parte dos alunos consideram as algas como “plantas”, o que é bem comum (CUNHA et al., 2013; LOPES *et al*., 2013; SANTOS; CAMPOS, 2016; LIMA, 2019). Segundo Lima (2019), essa concepção não cientifica que os estudantes apresentaram, pode ser decorrente de um conceito antigo, o de que algas eram do grupo das plantas terrestres e que, ainda hoje, continua a ser reproduzido por muitos professores de ciências e biologia.

Hoje, sabe-se que as algas verdes juntamente com as plantas terrestres comungam algumas características únicas, sinapomórficas, que permitem deduzir por meio de reconstruções filogenéticas que esses grupos formam uma linhagem evolutiva denominadas plantas verdes (BICUDO; MENESES, 2010). O clado das plantas é constituído de vários grupos menores, entre eles as algas *Glaucophytas*, as algas vermelhas e as plantas verdes (CHENG,2019). A falta de questionamentos mais profundos sobre as abordagens filogenéticas e evolutivas nos livros didáticos pode dificultar também a aquisição dos conceitos dos alunos (SILVA; PRAZERES, 2020).

Contudo, levando-se em consideração a resposta dada pelos alunos no questionário de conhecimentos prévios dessa pesquisa, percebe-se que não há uma busca por parte do alunado de conceitos antigos sobre algas. Ficando essa parte conceitual apenas no campo

de conhecimento dos professores. O que se percebeu foi que há uma associação pela cor, onde o aluno associa o verde do vegetal com o verde de algumas algas, o que faz com que deduzam que as algas são plantas.

Questionados sobre o local onde poderíamos encontrar as macroalgas (Gráfico 1), os lugares que tiveram maior número de citações foram: "mar ou praia" (36%), tendo ainda um percentual alto daqueles que não sabiam (24%); os demais responderam "corais", "terreno úmido", "ambiente úmido"," rio" todos (9%) e (4%) em "florestas". Aqui pode-se perceber que os alunos já trazem consigo uma noção sobre o habitat natural das algas, apesar de muitos nunca terem visto ou terem tido contato direto com uma, definiram que as mesmas são de ambiente aquático, pois, esta é uma informação presente nos livros didáticos (MENDES; COSTA, 2015). Mas não somente por isso, essa percepção está presente na construção do imaginário vindo dos desenhos animados e histórias infantis onde as algas estão presentes no mundo submarino (RUA *et al*, 2015). Contudo, não se pode excluir que um número expressivo (24%) não sabia, e que a pouca experiência dos alunos acerca do assunto, auxilia numa possível orientação de como planejar as atividades.

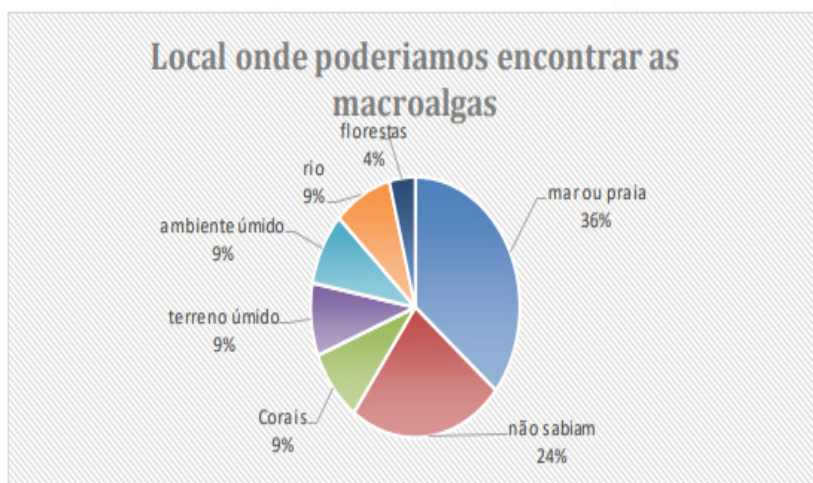



Gráfico 1 – Local onde poderíamos encontrar as macroalgas

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao serem questionados como as macroalgas se alimentam, a maior parte dos alunos afirmou "não saber" (54%); tiveram aqueles que responderam assertivamente que era "através da fotossíntese" (18%), (13%) "de plantas" e um restante, assegurou ser de fungos, peixes, bactérias, oxigênio (4%) para cada. Estudos com Cunha *et al.* (2013) obtiveram resultados semelhantes onde (46%) não sabiam como as algas se alimentavam, seguidos de (31,6%) pela fotossíntese.

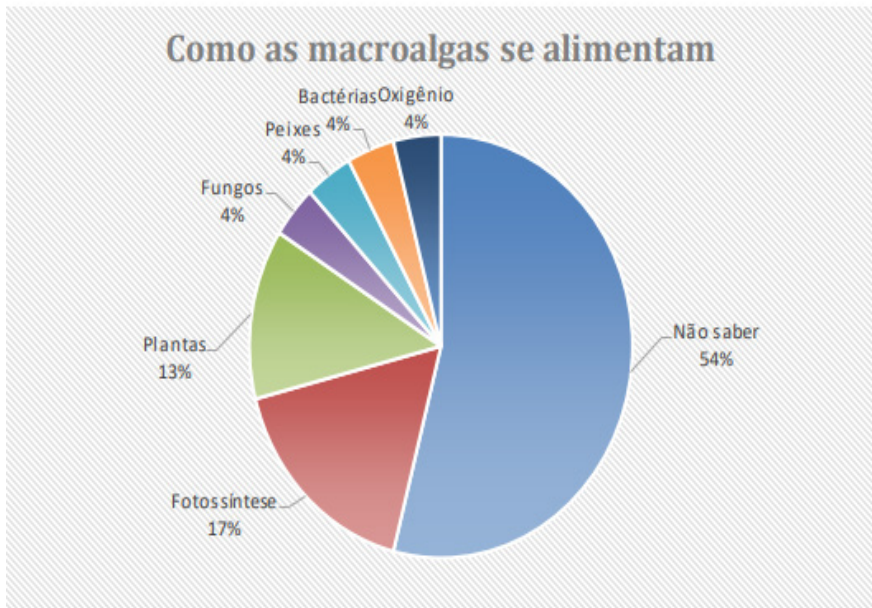



Gráfico 2 – Como as macroalgas se alimentam

Fonte: Dados da pesquisa.

Além dessas perguntas, foram realizados outros questionamentos como, por exemplo, da relação das macroalgas com o dia a dia, (50%) responderam que sim, que as macroalgas têm relação no dia a dia, (36%) que não tem relação nenhuma, e (14%), responderam que talvez haveria relação. Contudo, muitos dos que responderam sim, não conseguiram exemplificar de que forma existe relação, ressaltando assim a relevância de se trabalhar o conteúdo de forma aplicada. Estes resultados podem ser justificados em parte pelo não aprofundamento do tema nos livros didáticos. Em uma pesquisa feita por Silva e Prazeres (2020), onde avaliando as temáticas das algas, em alguns livros do ensino fundamental, verificou-se que nos livros analisados, nenhum estabelecia relação entre as algas e os seres humanos ou ainda da utilidade ou possibilidade do uso das algas nas indústrias ou geração de biocombustíveis.

Dos alunos que redigiram sim, a maioria (45%) colocou porque são produtoras de oxigênio, os demais fizeram citações, relacionando-as como “alimentos de peixes”, produtos com “hidratantes e shampoo”, ainda tiveram os que ao consideram as algas como “plantas”, afirmaram que todo tipo de planta faz parte do cotidiano. Confirmando a associação feita pela maioria dos livros, das algas como produtora de oxigênio.

Foi apresentado uma tirinha de quadrinho (https://midia.atp.usp.br/impressos/redefor/EnsinoBiologia/Botanica_2011_2012/Botanica_v2_03.pdf) para analisar o conhecimento acerca das algas, questionamos sobre a indignação demostrada pelo

“alface do mar”. Os alunos deveriam analisar e responder o motivo do aborrecimento desta alga (LIMA, 2015). A intenção era instigar os alunos a refletirem sobre o papel ecológico das algas. Apesar de muitos não responderem sobre a questão apresentada, alguns se esforçaram em discernir e encontrar uma via que justificasse o “comportamento” da alga, como a produção de oxigênio.

Essas informações trazidas nas respostas do questionário evidenciam a necessidade de uma maior abordagem nas aulas sobre as macroalgas, seu conceito, sua relação com dia a dia e aproveitamento do conhecimento prévio dos alunos como ponto de partida para um aprofundamento e caminho científico e uma aprendizagem significativa (MENDES; COSTA, 2015).

Para Lima (2020) a importância das algas vai muito além da produção de oxigênio, porém, esse conhecimento, só é alcançado quando se faz parte de um curso específico na área biológica ou que o docente tem uma preferência pelo tema e se decide se aprofundar nas aulas.

As diversas formas de utilização das algas ou de seus subprodutos no cotidiano, faz-se acreditar na importância de que estes assuntos relacionados a Ficologia sejam abordados de forma sistemática, explorando conteúdos relacionados a biodiversidade em todos os níveis de ensino. (URSI,2013).

Aplicação de atividades sobre macroalgas

As atividades começaram a ser aplicadas em dezembro 2021, porém, com a antecipação do encerramento do ano letivo, foi possível apenas a aplicação da atividade 1, intitulada: “Há algas em tua Casa?”.

A atividade orientava os alunos a identificar nos rótulos e embalagens de alguns produtos que deveriam procurar ou em suas casas ou mesmo em supermercados, substâncias com derivação de algas marinhas, do tipo: carragenanas, alginatos e beta carotenos. Os alunos tiveram um tempo de duas semanas para responder a pesquisa/ atividade, tendo em vista que, em 2021, as aulas aconteceram em semanas alternadas, em virtude da pandemia.

A turma foi dividida em partes iguais, de modo que em cada semana, um grupo participava da aula. Assim, mantinham-se os critérios exigidos de segurança sanitária.

Todavia, dos 22 alunos, apenas quatro (4) retornaram à atividade/pesquisa, o que corresponde a uma porcentagem de 18% dos alunos. O restante dos 18 alunos, não entregaram a atividade e não sendo um elemento que contasse como avaliação e nota, preferiram não responder. Apesar do uso de materiais e métodos diferenciados, ainda há alunos que não se interessam pelo assunto, sugerindo que o ensino de algas no ensino médio continua sendo um desafio e área para pesquisa. (LOPES,2013).

O objetivo desta atividade foi evidenciar que muitos dos nossos alimentos e ingredientes alimentares vêm do oceano, embora às vezes não possamos cheirá-los ou saboreá-los. Além de investigar os alimentos que comemos para determinar os que contêm derivados de algas.

Durante momento de conversa, observou-se em alguns alunos que responderam, a surpresa em saber a grande quantidade de produtos que continham algas marinhas. Admiraram-se ao perceber que as algas têm uma relação muito grande e direta com nosso dia a dia. Além das funções da produção de oxigênio, servir de alimentos para peixes, ou contidos em produtos como hidratantes e shampoos. Essas impressões foram citadas pelos alunos no questionário aplicado.

Segundo Pereira et al. (2013) as algas marinhas são uma rica fonte de polissacarídeos sulfatados, alguns dos quais se tornaram aditivos valiosos na indústria alimentícia devido às suas propriedades físicas como agentes gelificantes e espessantes como alginato, ágar e carragenanas e em virtude disso muitas espécies de macroalgas são utilizadas como alimento e na medicina tradicional devido aos seus benefícios para a saúde (PEREIRA et al., 2013).

As carragenanas são compostos extraídos de algas vermelhas são usadas para estabilizar e gelificar alimentos, cosméticos, produtos farmacêuticos e produtos industriais. O alginato provem de algas pardas tornam os produtos à base de água mais espesso, cremoso e mais estável em diferenças extremas de temperatura, pH e temperatura. Já o uso pigmento natural betacaroteno são derivados de microalgas, especialmente as verdes e utilizados como corante alimentar amarelo alaranjado (encontrado em qualquer manteiga por exemplo). (CIÊNCIA VIVA, 2021).

A educação científica visa mudar as atitudes de alunos e professores por meio de atividades centradas naqueles (BARCELOS; COELHO; SILVA, 2019). No entanto, a resistência apresentada pelos alunos logo na primeira aplicação da atividade pode-se gerar frustação por parte do professor, contudo, é aceitável pois os discentes estão acostumados com o incentivo dos "pontos", ou seja, se não for obrigatório, eles não se interessam em fazer, ainda mais no ensino médio, onde muitos pais deixam de acompanhar a educação dos filhos.

Depois da apresentação e discussão dos resultados da atividade "Há algas em tua casa?", os alunos foram levados a reflexão com algumas perguntas distribuídas e organizadas em letras: A, B e C. As questões organizadas na letra A, foram as seguintes: Na sua cidade há macroalgas? Onde você poderá encontrá-las? Qual o melhor local de coleta? As perguntas foram feitas para toda a turma e o resumo das respostas encontram–se no quadro 2. Para manter o anonimato dos alunos, desde o início da aplicação do questionário diagnóstico, foram enumerados de A1 a A22 e serão identificados assim durante o todo o processo da atividade.

AA1	Sim, já vi no mar entre as pedras, já peguei uma vez e coloquei no aquário de peixe, os peixes comem as algas.
AA4	Sim, acho que entre as pedras, em poças de água onde as crianças pisam, já vi no esgoto, no rio também.
A7	Sim, entre os corais.
AA8	Na vazante quando a maré está secando e depende da lua professora, é a lua que controla o mar, meu é pescador e entende dessas coisas.
A10	Só vi pela internet.
A12	Sim nas praias rochosas.
A17	Sim petróleo, depois que elas morrem se tornam petróleo
A20	Sim nas praias e rochas, nas praias quando a maré estiver baixa.

Quadro 2 – Respostas à pergunta: “E em sua cidade há macroalgas? Onde poderá encontrá-la?” Qual o melhor local de coleta e horário? Aplicada aos estudantes do 2º ano do ensino médio, em uma escola pública em São Luís

Fonte: Dados da pesquisa.

Pode-se perceber com as respostas acima citadas que os alunos trazem consigo informações que serão utilizadas para o planejamento da próxima atividade, e, mais ainda, quando o estudante A8 diz que “meu pai é pescador e entende dessas coisas” percebe-se o aluno teve uma relação direta com a temática, no seu cotidiano. Duré *et al*. (2018) nos fala que é importante que o aluno consiga, no seu processo de aprendizagem, relacionar informações do seu dia a dia, ou seja, relacionar suas experiências dentro e fora de casa. (DURÉ et al., 2018). Segundo Krasilk (2009), a palavra só faz sentido se o aluno tiver exemplos suficientes e oportunidade de usá-los e construir sua própria estrutura de associação. Podemos evidenciar essas associações também nas falas de A1, A12.

Na pergunta B, foi solicitado aos alunos que elaborassem um roteiro em que deveriam descrever qual material necessitariam para uma saída à aula campo. Em conjunto construíram uma lista de itens para uma aula campo:

Nº	**Item**
1	Protetor solar
2	Água
3	Sapato fechado
4	Lanche
5	Camisa UV
6	Caderno

7	Caneta

Quadro 3 – Descrição material para ser levado para aulas campo apresentados pelos alunos participantes da pesquisa.

Fonte: Dados da pesquisa

Aqui foi importante para o aluno construir seu próprio roteiro de materiais, assim como se preparar para uma aula campo, onde ele refletiu sobre seu bem-estar e dos outros colegas, além de tornar o trabalho leve e de possível realização. Demonstrando a necessidade do preparo e de seguir certos critérios antes que ocorra a atividade propriamente dita.

Em abril de 2022, os alunos foram a aula campo, em um número de apenas sete alunos, um dos principais motivos que causaram essa redução no quantitativo, foi que após retorno de um período crítico da pandemia da Covid-19, houve evasão escolar de alguns alunos, ou por mudança de escola ou ainda alunos que mesmo matriculados não retornaram às aulas, ainda que sabedores da atividade proposta.

Contudo, a atividade prática foi realizada. Nesse dia, os discentes foram divididos em dois grupos, ficando livres para observação e coleta. Durante a atividade, eles mesmos se organizaram nas funções da seguinte maneira: uns faziam a coleta das algas, outros já realizam o registro da coleta e outros ficaram responsáveis por anotações gerais e etiquetagem. Os alunos coletaram e organizaram em potes plásticos por cores, tudo que acreditaram ser macroalgas. O material coletado foi preservado no freezer da escola.

Após a coleta, eles foram questionados: qual foi o tipo de solo e qual altura do nível do mar que as macroalgas foram encontradas? Porém, devido ao cansaço apresentado por todos, solicitaram que respondessem em suas casas o questionamento. No quadro 4 abaixo, seguem perguntas e respostas dos grupos.

Reflexão	grupo A	grupo B	Grupo C	Grupo D
a) Caracterize o tipo de solo onde foram coletadas e a altura em relação ao nível da água (supra, médio ou infra litoral)	O solo tinha areia e bem argila bem lodoso. infralitoral	Lodoso Médio litoral pois só foi possível porque a maré estava baixa.	Lodoso com cracas Médio litoral	Lodoso Médio litoral

b) Como estavam distribuídas as macroalgas na praia do Araçagi?	*Cada tipo de alga separada em seu canto, porém se misturavam por causa das ondas do mar.*	Em duas partes as Clorophyta que são as algas verdes, estavam mais nas primeiras rochas e as Rhodophyta algas vermelhas, mas algumas estavam sem cor, quase que mortas.	Estavam presas as rochas	Somente nas rochas.
Comparação com outras praias do nordeste	-------------	---------------------	Tem muitas algas nos outros estados do nordeste se compararmos as daqui.	Vimos que nas outras praias a diversidade é bem maior, em cores, espécies e algumas ficam na beira da praia, fato que aqui não encontramos.

Quadro 4 – Respostas às reflexões relacionadas ao dia da coleta das macroalgas: Aplicada aos estudantes do 2º ano do ensino médio, em uma escola pública em São Luís.

Fonte: Dados da pesquisa.

Essa atividade possibilitou aos alunos perceberem o habitat de algumas algas além de discutir aspectos importantes quanto a distribuição geográfica e ecológica desses organismos.

A escola não possui laboratório, tampouco salas para prática da atividade de maneira mais apropriada, mas, um antigo consultório odontológico foi utilizado, nesta atividade como laboratório. A escola dispõe de três microscópicos ópticos simples, apesar das limitações foram disponibilizados e utilizados. Os grupos foram divididos em horários alternados, tendo em vista o pequeno espaço, na ocasião, dois alunos não participaram (um não retornou à escola desde a aula campo e o outro ausente por motivo de saúde). Durante a análise foi possível observar e classificar as algas coletadas.

Após as observações através dos microscópios, os alunos foram direcionados segundo a metodologia descrita por Pedrini (2010), para herborizar as macroalgas.

Em seguida, os alunos responderam uma reflexão conforme apresentado os resultados no quadro 5.

	Grupo C	Grupo D
a) Das algas coletadas algumas não eram algas propriamente ditas?	Não, algumas tinhas raízes e nós descartamos logo.	Acreditamos que sim, eram todas gosmentas.
Como vocês chegaram a essa conclusão?	Percebemos a presença de caule e raízes	Porque não havia raiz
b) Foi possível identificar estruturas reprodutivas?	Não, a professora até nos orientou, mas não encontramos.	Não vimos, talvez a resolução do microscópio não contribuiu.

Quadro 5 – Respostas às reflexões relacionadas ao dia do laboratório: Aplicada aos estudantes do 2º ano do ensino médio, em uma escola pública em São Luís.

Figura 2 – Procedimento de coleta. Foto 1: Alunos procurando macroalgas Foto 2: Coleta com espátula Foto 3: Alunos colocando no recipiente de armazenamento.

Fonte: Dados da pesquisa

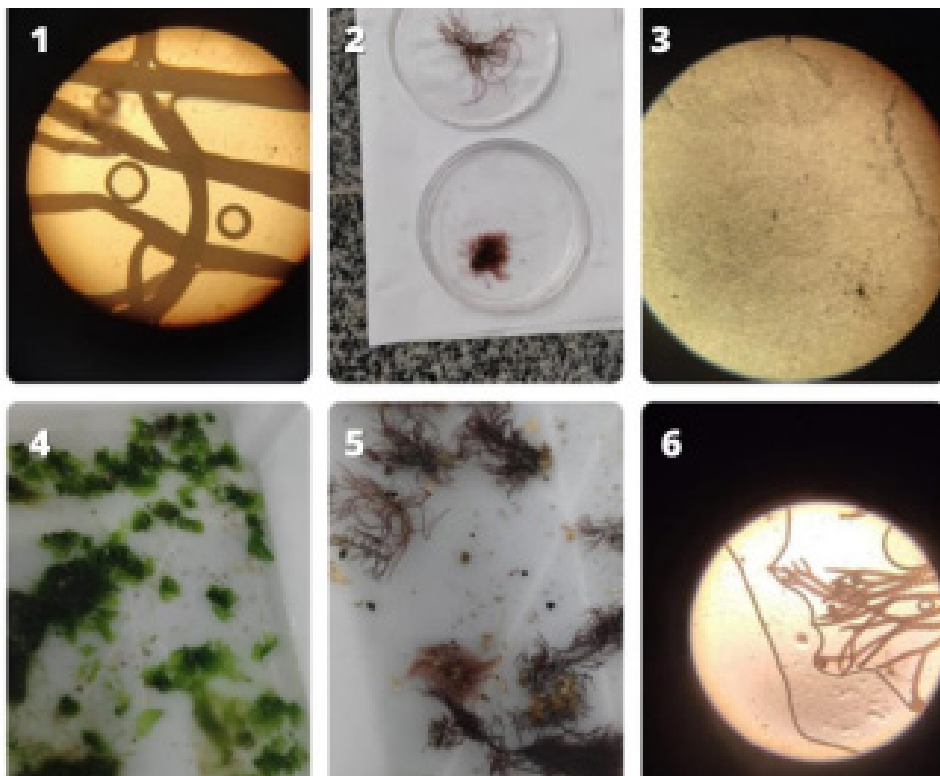



Figura 3 – Foto 1: Imagem do aspecto da alga. Foto 2: Preparação na placa de petri. Foto 3: Observação da superfície do talo. Foto 4 e 5: Triagem e imagem do microscópico óptico. Foto 6: Aspecto geral da alga.

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 4 – Foto 1: Preparação das macroalgas. Foto 2: Observação das algas no microscópio. Foto 3: Alunos herborizando as macroalgas. Foto: alunos participantes da pesquisa.

Fonte: Dados da pesquisa.

A avaliação pós campo foi uma fase importantíssima desta pesquisa, uma vez que, a partir dela, pode-se perceber como se deu a aprendizagem do conteúdo por parte dos alunos, com base no ensino da metodologia ativa aplicada.

A aplicação da metodologia foi avaliada, pelos alunos como positiva, tendo ficado em evidência pontos interessantes que poderão ajudar na aplicação futuras atividades como estas:

Quantidade de alunos na turma: Os alunos avaliaram que o número reduzido de participantes da turma foi positivo, pois permitiu que tanto no dia da coleta, quanto na observação em laboratório, o acompanhamento se tornou mais fácil e eles se sentiram melhor assistidos. Por exemplo, o aluno A6 responder no questionário de avaliação: *"o número de pessoas facilitou na organização para realizar as tarefas, fazendo com que todos se envolvessem no trabalho, tendo como consequência uma melhor aprendizagem".*

Os alunos foram unânimes em dizer que as atividades foram de resolução acessível. Tendo em vista que o tema, apesar de importante, possuía muitos aspectos ainda desconhecidos para os alunos, como o fato de as macroalgas terem presença no cotidiano

e com isso, o assunto abordado trazia uma novidade que poderia dificultar o aprendizado, caso o tema não fosse bem apresentado pelo professor.

A aluna A14 pontuou: *"A metodologia facilitou bastante o aprendizado, foi um pouco trabalhoso encontrar as algas, pois, existem várias espécies parecidas",* referindo-se ao auxílio teórico/didático utilizado para a orientação no decorrer da aula campo.

O assunto foi esclarecedor e ao mesmo tempo, inaugural para muitos, pois, além de não terem conhecimento do que exatamente eram as macroalgas, os alunos desconheciam onde elas – *as macroalgas* – estavam inseridas no seu cotidiano. Eles não sabiam da diversidade de algas em São Luís (MA), tanto no que diz respeito a diversidade de cores, quanto na diversidade nas formas das macroalgas, bem como sua importância ecológica e econômica.

Este tipo de percepção apontada pelos alunos é muito importante, uma vez que indica a importância dos professores em estimular este tipo de conhecimento, investindo nas particularidades locais, como foi o caso do estudo em praias da cidade onde moram. E, o sentido de criar nos alunos o senso investigativo e científico, fazendo com que se possa despertar futuros pesquisadores - ficólogos.

A fala do aluno A17 é emblemática e reforça a resposta dos demais alunos, quando questionado sobre o que aprendeu de novidade sobre algas, ele respondeu: "**Tudo";** eu não sabia quase nada sobre as macroalgas".

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos aqui o resultado da realização de uma proposta de ensino investigativo, visando contribuir para o desenvolvimento das atividades na disciplina de biologia.

A princípio, partiu-se da percepção advinda das observações em sala de aula com alunos do ensino médio e, da literatura prévia pesquisada, de que o alunado possui pouca ou nenhuma familiaridade com o processo de iniciação científica. E que, somado a isso, existem poucos recursos didáticos, que contemplem aulas de campo sobre o tema específico das macroalgas, especialmente do Maranhão.

Nosso principal desafio foi aplicar essas atividades durante o contexto pandêmico, nos anos de 2020 e o primeiro semestre do ano de 2021, onde vivia-se a pandemia da COVID-19. Onde devido as restrições sanitárias, ocorreram atrasos tanto no retorno das aulas – tanto em 2020, até agosto de 2021, quando as aulas foram em modo remoto, quanto a partir de setembro de 2021, quando as aulas passaram a ser híbridas e depois presenciais – e, a dificuldade com relação ao número de alunos proposto incialmente. A turma inicial, antes da pandemia, era composta por 40 alunos, o número foi reduzido para 22, porém, o número final, foi de um total de 16 participantes, mesmo com 50% retornando,

as aulas, a motivação dos alunos, justamente devido o contexto pandêmico, foi direta e negativamente afetada, o que causou a dificuldade na aplicação do material.

Ao analisar as concepções que carregam consigo sobre o tema macroalgas, pode-se perceber que eles apenas reproduzem o que já leram nos livros paradidáticos ou o que se encontra em seu imaginário, vindo de produtos como desenhos animados, histórias em quadrinhos ou outras narrativas ficcionais. Ou seja, possuem uma base bem superficial e insuficientes sobre a relação delas com a economia do dia a dia.

Contudo, após as atividades, interações, investigações e as experiências proporcionadas pela aula campo, seguida de laboratório, somaram-se às relações deles com o cotidiano, e o retorno dos questionários pós campo aplicados com os alunos, comprovou que é importante o “despertar científico” a “ alfabetização científica”, especialmente com temas pouco explorados como por exemplo - as macroalgas – onde os alunos demonstraram interesse maior advindo da identificação *inloco* das algas, assim como os momentos de observação em laboratório, que permitiu aprenderam habilidades de utilizarem instrumentos novos, como foi o caso do microscópio.

Tudo isso, aponta que o aprimoramento do estudante no que diz respeito a cultura de produção científica é extremamente significativo no processo ensino-aprendizagem.

Espera-se que as atividades como estas aqui apresentadas, sirvam como instrumento facilitador da aprendizagem, que instiguem os alunos a construírem seus próprios conceitos científicos, através de experiências vivenciadas em grupo, *inloco* ou individual.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Lúcia Cristina da Cunha *et al*. Concepções sobre algas na educação básica como ponto de partida para reflexões no ensino de ciências e biologia. **e Mosaicos**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 25-40, dez. 2013. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/e-mosaicos/article/view/9900/7752. Acesso em: 10 abr. 2021.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia dos organismos**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010. v. 2.

BARCELLOS, Leandro da Silva; COELHO, Geide Rosa; SILVA, Mirian do Amaral Jonis. O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais do ensino fundamental: problematizando o desenvolvimento de atividades investigativas em uma oficina em um curso de pedagogia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 29-48, 2019.

BASÍLIO, Thiago Holanda et al. Biodiversidade e conservação das ilhas costeiras do litoral sul capixaba. **São Paulo: Lura Editorial Gráfica**, 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Lisboa: Edições 70, 2011. 279p.

BERNARDO, Bernadete Silva. A importância de trabalhar com algas no ensino médio: uma abordagem

interativa. *In*: SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFFS, SEPE. 7., 2017, Cerro Largo. **Anais** ... Cerro Largo: Universidade Federal da Fronteira do Sul, 2017. Disponível em: https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/SEPE-UFFS/article/view/5608.

BICUDO, Carlos Eduardo de Mattos; MENEZES, Mariângela. Algas do Brasil. *In*: FORZZA, Rafaela Campostrini *et al*. (org.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**: volume 1. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. p. 49-60.

BRASIL. Ministério da Educação. **Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.** PCN+Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf. Acesso em: 14 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf, Acesso em: 14 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBEN, Nº 9394/1996**. 1996.

BUTARELLI, Ana Carolina de Araújo; AROUCHE, Marlla Maria Barbosa; ALMEIDA JR, Eduardo Bezerra de. Coleção ficológica e a importância do registro histórico de macroalgas para a biodiversidade maranhense. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luís, v. 31, n. 1, 2021.

CAMPIOLO, Valéria Cristina Lombardi; OLIVEIRA, André Luís de. Atividades investigativas para o estudo do Reino Fungi no segundo ano do Ensino Médio. *In*: PARANÁ (Estado). Secretaria de Educação. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Desenvolvimento Educacional. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**: produções didático-pedagógicas. Maringá: Secretaria de Educação, 2013. v. 2.

CAMPOS, Carlos Roberto Pires. Aula de campo para alfabetização científica: Práticas pedagógicas escolares. **Série de Pesquisas em Educação em Ciências e Matemática**, v. 6, 2015.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, n. 18, v. 3, p. 765-794, 2018.

CIÊNCIA Viva. Há algas em tua casa! Disponível: https://academia.cienciaviva.pt/recursos/recurso.php?id_recurso=50. Acesso em: 04 jan. 2021

CORREIA, M. M. F. **Rodofíceas Marinhas Bentônicas do Litoral Oriental do Estado do Maranhão**. 1983. 255 f. Dissertação (Mestrado)– Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São Paulo, 1983.

CHENG, Shifeng et al. Genomes of subaerial Zygnematophyceae provide insights into land plant evolution. **Cell**, v. 179, n. 5, p. 1057-1067. e14, 2019

CUTRIM, Marco Valério Jansen; SILVA, Edison Fernandes da; AZEVEDO, Andrea Christina Gomes de. Distribuição vertical das macroalgas aderidas em rizóforos de Rhizophora mangle Linnaeus nos manguezais de Parna-Açu e Tauá-Mirim (Ilha de São Luís/MA-Brasil). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luís, v. 17, n. 1, 2004.

DEL-BUONO, Regina C. **O que é pesquisa básica ou científica?** Tipos de pesquisa. Artigo publicado em 03 de maio de 2015. Disponível em: http://www.abntouvancouver.com.br/2015/05/o-que-e-pesquisa-basica-ou aplicada.html. Acesso 14 ago. 2020.

DORVILLÉ, Luís Fernando Marques; MALTA, Filipe Lima. Grupo focal em pesquisa qualitativa no ensino de ciências: uma experiência com licenciados em ciências biológicas. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA DA SAÚDE E DO AMBIENTE, 5., 2018, Niterói. **Anais…** Niterói: [s. n.], 2018. p. 1-10.

DURÉ, Ravi Cajú; ANDRADE, Maria José Dias de; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? **Experiências em ensino de ciências**, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

FERNANDES, Danieli Gaspari; MIGUEL, João Rodrigues. Contribuições de aula de campo para a aprendizagem de conhecimentos científicos nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 13, n. 28, jul./dez. 2017, p. 64-77. Disponível em: https://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5253/4614. Acesso em: 10 abr. 2021.

FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 42-60, abr. 2017. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/312/pdf. Acesso em: 15 maio 2021.

FERREIRA-CORREIA, M.M.; LOPES, M.J.S. & BRANDAO, M.D.S. 1977. Levantamento das algas marinhas bentônicas da Ilha de São Luís (estado do Maranhão, Brasil). Bol. Lab. de Hidrobiol, 1(1): 23-46.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 2008.

IFMA. **Aquicultura**: alunos do Campus Maracanã conhecem o cultivo e utilização das algas marinhas Site assessoria de comunicação IFMA. Publicado em: 14 de abril de 2011. Disponível em: https://shre.ink/0In. Acesso em: 02 maio 2022.

KRASILCHIK, Myriam. Biologia: ensino prático. In: CALDERA, Ana Maria de Andrade; ARAÚJO, Eliane Sandra Nicolini Nabuco de (org.). **Introdução à didática da biologia**. São Paulo: Escrituras Editoras, 2009. p. 249-258.

LADEIA, Maria José Fasina; ROYER, Marcia Regina. Bactérias: sua importância à vida na Terra. *In*: PARANÁ (Estado). Secretaria de Educação. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Desenvolvimento Educacional. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**: artigos. Maringá: Secretaria de Educação, 2014. v. 1.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2017.

LIMA, Ruth Pessoa de. **Chave dicotômica artificial para identificação de macroalgas marinhas da região costeira de Cabedelo-PB**: recurso didático para o ensino de ficologia. 2020. Monografia (Graduação) – Universidade Federal da Paraíba. Curso de Ciências Biológicas. 69 p. 2020. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/20225. Acesso em 04 nov. 2021.

LIMA, Thierry Faria. **A temática algas na formação continuada de professores de Biologia**: uma experiência na educação a distância. 2014. 129 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica, 2014.

LIMA, Gesrael Silva de; GHILARDI-LOPES, Natália Pirani. **Os Projetos Pedagógicos de Curso e as Estratégias de Didáticas, em disciplinas que abordam as "algas"** , de instituições de ensino superior públicas brasileiras. Congresso Nacional de Educação ,Maceio, 2021

LOPES, Thiara R.; FREDDO, Alessandra; PERIOTTO, Fernando; PLETSCH, Adelmo L. Utilização de recursos didáticos para o ensino de algas. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 64., 2013. Belo Horizonte. **Anais**… Belo Horizonte: 2013. p. 10-15.

MARON, Lauro. Elaboração de um Guia Ilustrado para facilitar o reconhecimento na natureza dos termos trabalhados em sala de aula sobre morfologia vegetal. *In*: PARANÁ (Estado). Secretaria de Educação. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Desenvolvimento Educacional. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**: produções didático-pedagógicas. Maringá: Secretaria de Educação, 2013. v. 2.

MENDES, Natália Gomes de Souza; COSTA, Adriano Goldner. Análise dos conhecimentos sobre as algas: aulas teórico-práticas como intervenção didática no ensino médio. **Vivências**: Revista Eletrônica de Extensão da URI, [S. l.], v. 11, n. 20, p.167-176, maio 2015.

MOREIRA, Lídia Cabral; SOUZA, Girlene Santos de; ALMASSY, Rosana Cardoso Barreto. O ensino de Biologia por investigação e problematização: uma articulação entre teoria e prática. **Revista ENCITEC**, v. 5, n. 2, p. 60-74, 2016.

MOTOKANE, Marcelo Tadeu. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 115-138, 2015.

NUNES, Jorge; MENDONÇA, Maurício. **Biodiversidade marinha da Ilha do Maranhão**.1ª edição. Universidade Federal do Maranhão. 2013

PEDRINI, A. G. **Macroalgas**: uma introdução à taxonomia. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. p. 3-10.

PRAIA do Araçagi. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Wikemedia: 2020. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Praia_do_Ara%C3%A7agi. Acesso em: 14 jun. 2020.

PRAIA do Araçagy: mapa. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em: 27 ago. 2021.

RAVEN, Peter H. **Biologia vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. Biologia vegetal. In: ______ **Biologia vegetal**. 8. ed. Rio de janeiro: Guanabara Koogan 2014.

REVIERS, B. **Biologia e filogenia das algas**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

RUA, Michele Borges et al. Percepção do ambiente marinho por crianças no Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Biociências**, v. 21, n. 1, p. 27-44, 2015.

SANTOS, Ana Laura Calazans dos et al. Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de biologia para o uso de metodologias ativas em escolas de rede pública na Paraíba. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 21959-21973, 2020.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1061- 1085, 2018

SCARPA, Daniela Lopes; CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos avançados**, v. 32, p. 25-41, 2018.

SILVA, Laiza Cristina Ricatto da et al. Ensino de microalgas por meio de modelos didáticos: tornando o mundo microscópico visível e significativo. **Revista Educar Mais**, Pelotas, v. 5, n. 2, p. 179-197, 2021.

SILVA, Matheus Vieira da; PRAZERES, Jonatas Alécio dos. A temática “algas” em livros didáticos do ensino fundamental: uma análise teórica e imagética segundo o modelo da carga cognitiva e da teoria da memória operacional. **Biodiversidade**, Cuiabá, v. 19, n. 1, p. 162-173, 2020.

SILVA, Marcelo Escabelo da; CAMPUS, Carlos Roberto Pires. **Aulas de campo para alfabetização científica: práticas pedagógicas escolares.** 284p. (Série pesquisa em educação em ciências e matemática ; 6.ed) ISBN 978-85-8263-092-1

URSI, S. et al. **Conhecimento pedagógico do conteúdo “Algas” de estudantes de licenciatura em Biologia**. Florianópolis, jul. 2017. Trabalho apresentado no XI Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências - XI ENPEC. Disponível em: http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2504-1.pdf . Acesso em: 23 julho. 2022.

URSI, S.; SCARPA, D. L. **Ensino de ciências por investigação**: sequência didática “Enigma do costão rochoso”. São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2016.

VIVEIRO, Alessandra Aparecida; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. Atividades de campo no ensino das ciências e na educação ambiental: refletindo sobre as potencialidades desta estratégia na prática escolar. **Ciência em Tela**, {S. l.]. v. 2, n.1, 2009. p. 1-12.

SEI:

Estudo Investigativo sobre Macroalgas Marinhas e Eutrofização

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

SEI:

Estudo Investigativo sobre Macroalgas Marinhas e Eutrofização

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br